المملكـــة العربيـــة الســـعودية
المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
**الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج**

# المساحة

## المساحة التصويرية - 1

106 مسح



# مقدمة

الحمد لله وحده، والصلاة والسلام على من لا نبي بعده، محمد وعلى آله وصحبه، وبعد:

تسعى المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني لتأهيل الكوادر الوطنية المدربة القادرة على شغل الوظائف التقنية والفنية والمهنية المتوفرة في سوق العمل، ويأتي هذا الاهتمام نتيجة للتوجهات السديدة من لدن قادة هذا الوطن التي تصب في مجملها نحو إيجاد وطن متكامل يعتمد ذاتياً على موارده وعلى قوة شبابه المسلح بالعلم والإيمان من أجل الاستمرار قدماً في دفع عجلة التقدم التنموي لتصل بعون الله تعالى لمصاف الدول المتقدمة صناعياً.

وقد خطت الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج خطوة إيجابية تتفق مع التجارب الدولية المتقدمة في بناء البرامج التدريبية، وفق أساليب علمية حديثة تحاكي متطلبات سوق العمل بكافة تخصصاته لتلبي متطلباته، وقد تمثلت هذه الخطوة في مشروع إعداد المعايير المهنية الوطنية الذي يمثل الركيزة الأساسية في بناء البرامج التدريبية، إذ تعتمد المعايير في بنائها على تشكيل لجان تخصصية تمثل سوق العمل والمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني بحيث تتوافق الرؤية العلمية مع الواقع العملي الذي تفرضه متطلبات سوق العمل، لتخرج هذه اللجان في النهاية بنظرة متكاملة لبرنامج تدريبي أكثر التصاقاً بسوق العمل، وأكثر واقعية في تحقيق متطلباته الأساسية.

وتتناول هذه الحقيبة التدريبية " المساحة التصويرية - 1 " لمتدربي تخصص " المساحة " للكليات التقنية على موضوعات حيوية تتناول كيفية اكتساب المهارات اللازمة لهذا البرنامج.

والإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج وهي تضع بين يديك هذه الحقيبة التدريبية تأمل من الله عز وجل أن تسهم بشكل مباشر في تأصيل المهارات الضرورية اللازمة، بأسلوب مبسط يخلو من التعقيد، وبالاستعانة بالتطبيقات والأشكال التي تدعم عملية اكتساب هذه المهارات.

والله نسأل أن يوفق القائمين على إعدادها والمستفيدين منها لما يحبه ويرضاه إنه سميع مجيب الدعاء.

الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

# تمهيد

الحمد لله رب العالمين ، والصلاة والسلام على نبينا محمد وعلى آله وصحبه أجمعين وبعد ...

بعون الله وتوفيقه يسرني أن أقدم هذه الحقيبة (المساحة التصويرية -1) إلى متدربي مهنة المساحة بالكليات التقنية ، والتي حاولت جاهدا أن تكون مناسبة قدر الإمكان لمستوى المتدربين في هذه المرحلة ، ومحققة للمهارات المرجوة منها.

إن التطور الكبير والمتلاحق في مجال المساحة التصويرية ، وفي مجال الحاسب الآلي أدى إلى ظهور أجهزة جديدة وإمكانات هائلة للمساحة عموما ، وللمساحة التصويرية خصوصا ،وإنني من هذا المنطلق ، حرصت على أن تكون مواضيع هذه الحقيبة قد بينت مراحل هذه التطورات في جميع المجالات ، وأن تكون مواضيعها مواكبة لهذا التطور. ولقد كان التركيز في هذه الحقيبة التدريبية على تعريف المتدرب بأساسيات علم المساحة التصويرية وكذلك كيفية التعامل مع الأجهزة المستخدمة في هذا المجال.

لقد تناولت في هذا المقرر المساحة التصويرية التقليدية سواء الميكانيكية أوالتحليلية بشكل مبسط لتقريب المعلومة لذهن المتدرب حتى يكون مهيئا لدى انتهائه من هذا المقرر للتعامل مع المساحة التصويرية الجوية الرقمية والتي تعتبر النواة الحقيقية للتطور الكبير والمتلاحق في هذا العصر .

وختاما فإن كل عمل بشري يشوبه النقص ، وما كان من توفيق فمن الله .

والسلام عليكم ورحمة الله وبركاته.

# المساحة التصويرية - 1

## مقدمة في المساحة التصويرية





# الوحدة الأولى : مقدمة في المساحة التصويرية

**الجدارة:**

أن يتعرف المتدرب على تاريخ المساحة التصويرية .

**الأهداف:**

بنهاية هذه الوحدة تكون باذن الله قد تعرفت على تاريخ المساحة التصويرية ومراحل تطورها.

**متطلبات الجدارة:**

أن يكون المتدرب قد تعرف على علم ومفهوم المساحة بشكل عام.

**مستوى الأداء المطلوب:**

أن يصل المتدرب إلى نسبة 70 ٪ في معرفته لتاريخ المساحة التصويرية ومراحل تطورها.

**الوقت المتوقع للتدريب:**

ساعتان

## 1-1 أهمية المساحة التصويرية :

يمكن تعريف المساحة التصويرية بأنها العلم و التكنولوجيا الخاصة بالحصول على معلومات كمية ونوعية حول الأشياء المادية والبيئية المحيطة بها بواسطة الصور الفوتوغرافية والكهرومغناطيسية. ومن خلال هذا التعريف يمكن أن نستشف الأهمية التي تتمتع بها المساحة التصويرية في مجالات كثيرة ، إن المساحة التصويرية بكافة أنواعها ومجالاتها ذات أهمية كبيرة ، فهي تطبق في إعداد المخططات والخرائط المستوية والطبوغرافية وفي تعيين إحداثيات النقاط لغايات اشتقاق المسافات والأبعاد والمساحات والحجوم والزوايا وأمور أخرى كثيرة . وتستخدم هذه المخططات والخرائط والقياسات في قطاعات مختلفة من التخصصات الهندسية والزراعية والعسكرية والصناعية والتعليمية والبيئية والسياحية والطبية ...الخ لأغراض هامة شتى. ويستفاد كذلك من المساحة التصويرية في استنباط المعلومات في مجالات التنقيب عن المعادن واستعمالات الأراضي ومشاريع التنمية الحضرية والإقليمية وأنظمة المواصلات وشؤون البيئة والزراعة والسياحة والتعليم والاستخبارات العسكرية ....الخ.

## 2-1 تاريخ المساحة التصويرية ومراحل تطورها :

عند الحديث عن تطور المساحة التصويرية ، لا بد من الإشارة إلى المراحل الرئيسة الثلاث التالية :

أ- اختراع آلة التصوير الضوئي (Photography).

ب- استعمالات الصور الفردية لغايات صنع الخرائط والمخططات واستنباط المسافات والزوايا بأنواعها.

ج- تطبيق ظاهرة الرؤية المجسمة (Stereoscopic Viewing) في أعمال المساحة التصويرية (الفوتوغرامتري) واتساع مجال استخدام الصور المجسمة (Stereo-Photographs) ، الأرضية والجوية والفضائية.

### أ - اختراع التصوير الضوئي:

يمكن إيجاز المراحل التي أدت إلى اختراع التصوير الضوئي على الشكل التالي:

1 - أشار الفيلسوف اليوناني الشهير أرسطو (Aristotle) حوالي عام 350 قبل الميلاد إلى عملية إسقاط الصور بصريا.

2 - في أوائل القرن الثامن عشر ، نشر الدكتور بروك تايلور (Dr. Brook Taylor) رسالته حول الرسم المنظوري التخطيطي (Linear Perspective) وبعد ذلك بفترة وجيزة اقترح لامبرت (J. H . Lambert) استخدام مبادىء الرسم المنظوري في إعداد الخرائط.

3 - ظهرت أول عملية تصوير ضوئي مباشرة عام 1839 م على يد نيبس (Nicephore Niepce) تالبوت (William Henry Fox Talbot) وداجور (Louis Jacques Mande Daguerre) حيث استخدما صفائح معدنية مطلية بأيوديد الفضة كمادة حساسة للضوء ، ولا زالت هذه الطريقة منتشرة إلى يومنا هذا.

**ب - استعمالات الصور الفردية لغايات إجراء القياسات وصنع الخرائط.**

في هذه المرحلة ، جرت استخدامات محدودة للصور الفردية امتدت ما بين عام 1840م وعام 1892م حيث تم وقتئذ اكتشاف ظاهرة الفحص المجسم للصور على يد العالم الألماني ستولز (F. Stolze) . ويمكن إيجاز أهم خطوات هذه المرحلة على الشكل التالي:

1 - قام العالم (الجيوديسي ) الفرنسي أراجو (Arago) عام 1840م بشرح طريقة لاستعمال الصور في أعمال المسح الطبوغرافي.

2 - ظهرت أول تطبيقات عملية في استعمالات الصور لأغراض صنع الخرائط التصويرية و الطبوغرافية عام 1849م على يد المهندس الضابط الفرنسي أيمي لويزداه (Aime' Laussedat) . اشتملت هذه التطبيقات على استخدام الصور الملتقطة من محطات أرضية وعلى الصور الملتقطة من الجو بواسطة آلات تصوير معلقة بالبالونات والطائرات الورقية (Kites) . ومع ذلك ، وبالنظر للصعوبة النسبية في التقاط الصور الجوية باستخدام وسائل وأدوات بدائية ، فقد كانت الصور الأرضية (Terrestrial Photographs) .هي المستخدمة بشكل رئيس ، ومن ثم اقتصرت أبحاث لويزداه في معظمها على هذا النوع من الصور.

3 - قدم لويزداه عام 1859م أبرز نجاحاته في صنع الخرائط من الصور واستحق على تفانيه وإنجازاته الرائدة في هذا المجال لقب " رائد علم الفوتوغرامتري أو المساحة التصويرية ".

4 - صنع لويزداه عام 1867م أول خريطة لمدينة باريس من الصور الجوية (صور ملتقطة من آلة تصوير معلقة ببالون أو بطائرة ورقية).

5 - في الفترة ما بين عام 1870- 1885م، ظهرت عدة أبحاث في مجال المساحة التصويرية في كل من فرنسا وإيطاليا والنمسا وهولندا وبريطانيا وكان العالم الألماني مايدنبوير (Meydenbauer) أول من استخدم كلمة فوتوغرامتري (Photogrammetry) في أبحاثه.

6 - بدأت منذ عام 1886م تطبيقات المساحة التصويرية في بلدان أمريكا الشمالية. من أولى التطبيقات في هذا الشأن ، عمل خرائط للمناطق الجبلية الوعرة في غرب كندا بإشراف المساح الكندي الكابتن ديفيلا (Devilla).

7 - قامت الولايات المتحدة عام 1894م بعمل خرائط لمناطق الحدود الفاصلة بين ألاسكا وكندا باستخدام المساحة التصويرية.

**ج - تطبيق ظاهرة الرؤيا المجسمة في أعمال المساحة التصويرية.**

تتميز هذه المرحلة بالتطورات والقفزات العلمية الهامة التالية:

1 - تم إنتاج أول فيلم ملفوف (Roll Film) عام 1891م.

2 - اخترع العالم الألماني ستولز (F.Stolze) العلامة الطافية (Floating Mark) عام 1892م وساعد هذا فيما بعد في إجراء القياسات من خلال أزواج الصور المجسمة . وقد استعمل العالم الألماني بولفرخ (Pulfrich) عام 1909م أزواج الصور المجسمة في صنع الخرائط مستعينا بالعلامة الطافية.

3 - تم اختراع الطائرة عام 1902م على يد الأخوين رايت (Wright Brothers) مما كان له الأثر الكبير في دفع عجلة التصوير الجوي خطوات واسعة وهامة إلى الأمام ، ومن ثم المساهمة الحيوية في تطوير أعمال المساحة التصويرية بمختلف فروعها.

4 - تم في عام 1913م – ولأول مرة – استخدام الطائرة في التقاط الصور لأغراض المساحة الطبوغرافية.

5 - اتسع نطاق استخدام الصور الجوية مع وأثناء وبعد الحرب العالمية الأولى لأغراض شتى يغلب عليها طابع الاستخبارات العسكرية.

6 - تطورت واتسعت دائرة تطبيقات المساحة التصويرية في الفترة ما بين الحربين العالميتين الأولى والثانية وعلى مختلف الأصعدة المدنية والعسكرية . وقد أسس خلال هذه الفترة الكثير من شركات المساحة التصويرية ومكاتبها ، وازداد إنتاج مختلف أنواع الخرائط ، وظهرت في الأسواق المعدات والأجهزة المتطورة التي تعنى بشؤون التصوير والرسم والطباعة ، وبخاصة في أوروبا والولايات المتحدة.

7 - ازدادت الحاجة إلى الصور والخرائط أثناء الحرب العالمية الثانية لتلبية متطلبات الاستخبارات العسكرية وشؤون الحرب ، مما أدى إلى تطور تقني هائل في المعدات وطرق الحساب ووسائل

الإنتاج وأساليبه. وقد تميزت هذه الفترة بالتركيز على المساحة التصويرية التفسيرية بالنظر لهيمنة الشؤون العسكرية على الأمور المدنية الحيوية وبالتالي إعطاء الأولوية لأعمال التجسس والاستكشاف العسكرية.

8 - اختراع وتطوير الحاسبات الإلكترونية في عقد الستينات مما أدى إلى تقدم هائل في نوعية الأجهزة وطرق الإنتاج. وقد ظهرت الكثير من المعدات والأجهزة الآلية السريعة والدقيقة ، وتراجعت الأجهزة الكلاسيكية ، وتعددت استعمالات المساحة التصويرية وإن بقيت أعمال صنع الخرائط الطبوغرافية في مقدمة هذه الاستعمالات والتطبيقات.

9 - دخول الإنسان عصر الفضاء وازدياد التنافس بين الدول العضمى على تحقيق منجزات فضائية جبارة لخدمة أهداف عسكرية واستراتيجية متعددة ، وقد أدى هذا بطبيعة الحال إلى طرح تحديات جديدة وعظيمة في مجال المساحة التصويرية بحيث أصبح من الضروري إحداث تطوير هام في مجال صناعة آلات التصوير وعدساتها وأجهزة الحساب والرسم الآلية لغايات تصوير وتحديد ورسم مواقع بعض الكواكب السيارة (Planets) خارج نطاق الكرة الأرضية وجوها.

وكأمثلة على التقدم الهائل الذي أحرزه الإنسان وسخره في خدمة علوم الفضاء نذكر، إضافة إلى الأقمار الصناعية التي أصبحت تملكها العديد من الدول : المختبر الجوي(Skylab) ، المكوك الفضائي(Space Shuttle) . كذلك نجد في الوقت الحاضر ، إلى جانب أجهزة التصوير الكلاسيكية المستخدمة في المساحة التصويرية ، وسائل حديثة وأجهزة متقدمة تستخدم موجات الرادار واللاسلكي والأشعة تحت الحمراء وغيرها.

## تمارين على الوحدة الأولى

- ما هو تعريف المساحة التصويرية؟
-ما هي المراحل الرئيسة الثلاث التي ساعدت في تطور المساحة التصويرية؟
- تكلم عن أهمية المساحة التصويرية ؟

المملكـــة العربيــــة الســـعودية
المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
**الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج**

# المساحة التصويرية - 1

## كاميرات التصوير الجوية

كاميرات التصوير الجوية

2



# الوحدة الثانية : كاميرات التصوير الجوية

**الجدارة:**

أن يتعرف المتدرب على الكاميرات المستخدمة في عملية التصوير الجوي .

**الأهداف:**

بنهاية هذه الوحدة تكون بإذن الله قد تعرفت على :

- تركيب كاميرات التصوير الجوي .
- أنواع كاميرات التصوير المستخدمة في عمليات المسح الجوي.
- طريقة عمل كاميرات التصوير الجوي.

**متطلبات الجدارة:**

أن يكون المتدرب قد أتم تدريبه في:

- مراحل تطور المساحة التصويرية.
- معلومات عامة عن العدسات ( مبادئ الفيزياء)

**مستوى الأداء المطلوب:**

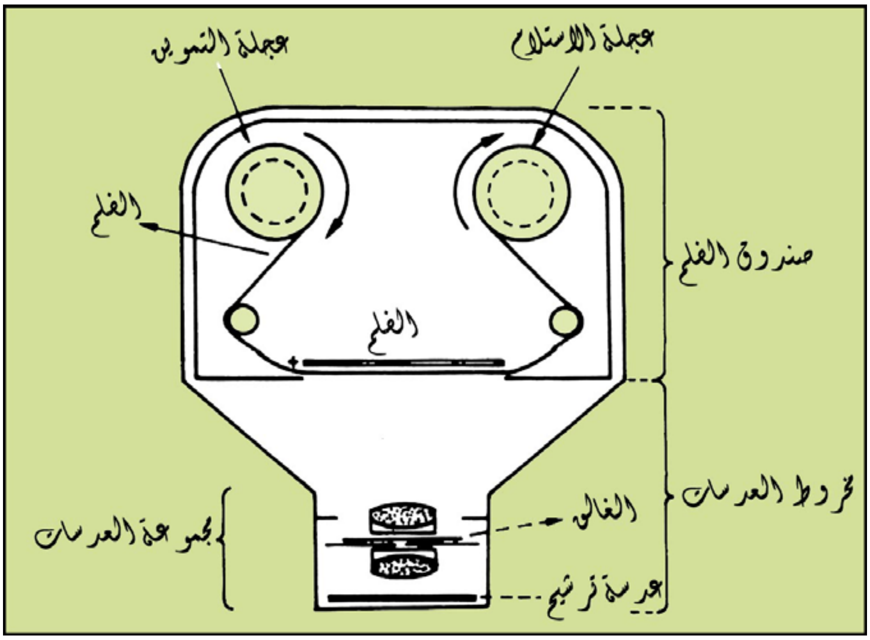
أن يصل المتدرب إلى نسبة 70 ٪ في معرفته لتركيب كاميرات التصوير الجوي وأنواعها.

**الوقت المتوقع للتدريب:**

4 ساعات

## 1-2 تركيبها

على الرغم من الاختلافات في مصنعية آلات التصوير وأشكالها ، إلا أنها تتشابه جميعا من حيث إنها تتكون من العناصر الأساسية نفسها اللازمة لإنجاز عملية التصوير الجوي ، ألا وهي : مجموعة العدسات (Lens Assembly)، ومخزن الفلم (Film Magazine) ، والأجزاء الهيكلية الداعمة والمساعدة في تثبيت وربط وتشغيل الفلم والعدسات انظر شكل ( 2 -1 ) .




شكل ( 2 -1 ) : تركيب آلة التصوير الجوية

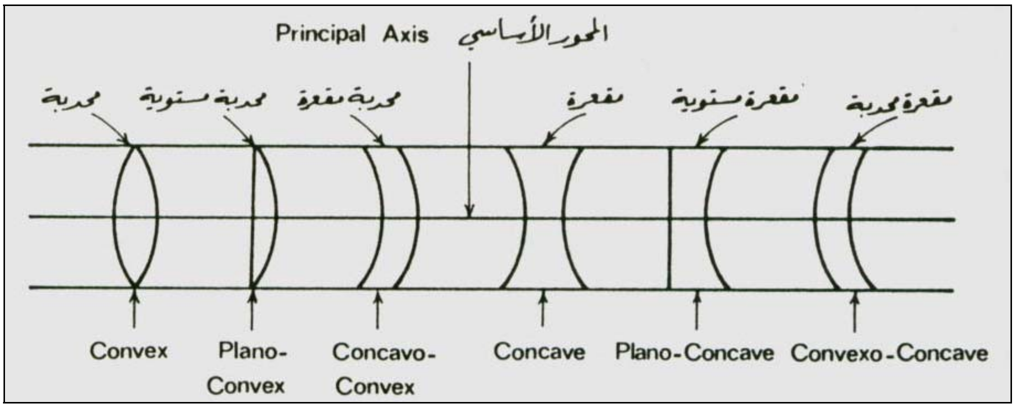
وفيما يلي بعض العناصر الأساسية والعامة التي تشكل آلة التصوير الجوية:

أ - العدسة (Lens)

تصنع العدسة من زجاج ممتاز بحيث تخلو من عيوب الزيغ الكروي (Spherical Aberration) الذي يتسبب عن كون انكسار الأشعة عند طرفي العدسة ذات السطح الكروي أكبر من درجة انكسار الأشعة قرب مركز العدسة مما يؤدي إلى تشويش الرؤية. وتعالج ظاهرة الزيغ الكروي باستخدام عدستين متماثلتين من النوع المحدب المستوي (Plano Convex) تتباعدان عن بعضهما بمقدار ثلثي البعد البؤري لأي منهما بحيث تلغي كل عدسة زيغ الأخرى.

ومن العيوب الأخرى للعدسات ، الزيغ اللوني (Chromatic Aberration) الذي يتسبب عن اختلاف أطوال الموجات للألوان المشكلة للضوء الأبيض فاللون الأحمر ، على سبيل المثال ، ينكسر من خلال العدسة بزاوية أقل من زاوية انكسار اللون البنفسجي (Violet) وهذا يؤدي إلى عدم وضوح الرؤية

(Accurate Focusing) . ويعالج الزيغ اللوني باستخدام عدستين إحداهما محدبة (Convex) والأخرى محدبة مقعرة Concavo – Convex انظر شكل (2 -2) .




شكل(2 -2) : بعض أنواع العدسات.

لتحديد البعد البؤري يلزم تطبيق القانون العام للعدسات شكل (2 -3) :

معكوس البعد البؤري = معكوس بعد الجسم + معكوس بعد الصورة

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$$

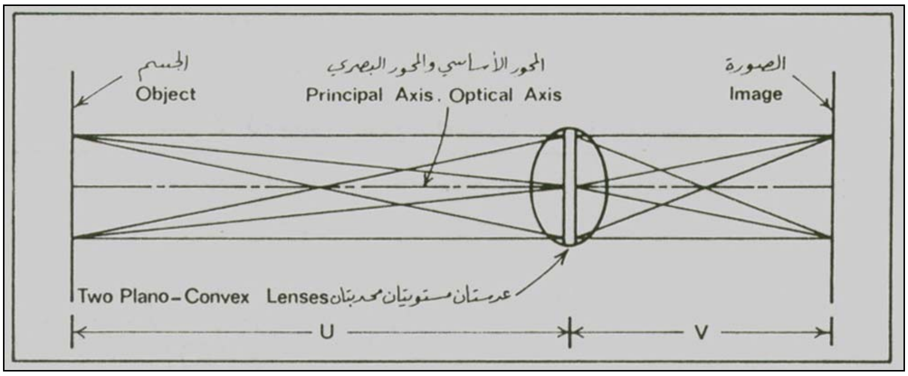
وحيث إن بعد الجسم عن الطائرة يعتبر كبيرا جدا بالمقارنة مع بعد الصورة ( 60مم إلى 600مم) فيمكن إهمال الحد (1/u) وبالتالي يكون لدينا :

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{v}$$

أي أن :

$$f = v$$

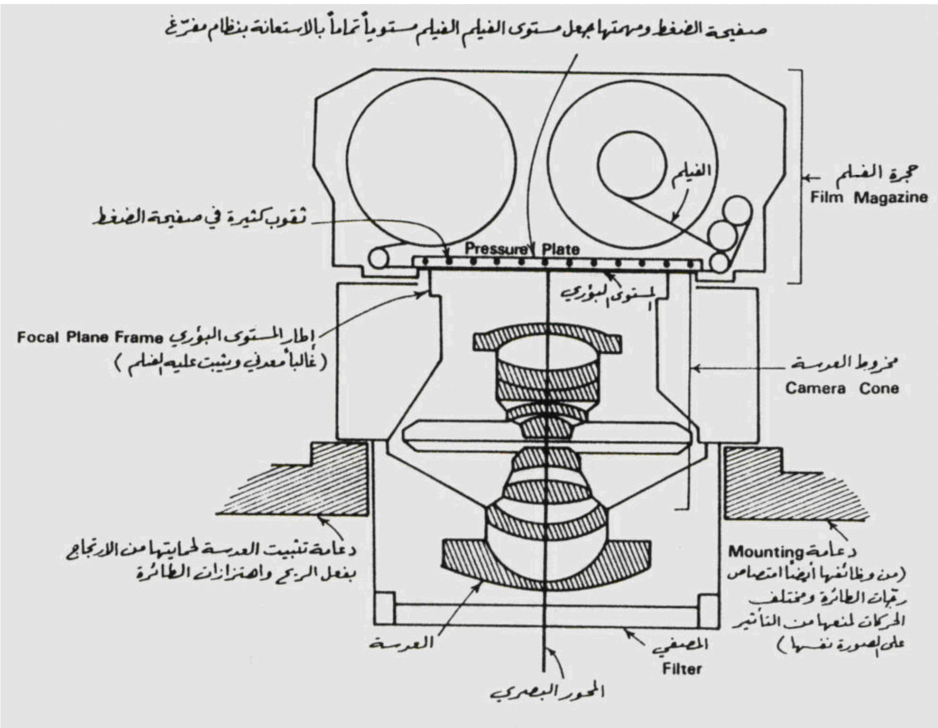
وعليه فإن البعد البؤري يساوي تقريبا بعد الصورة.




شكل (2 -3): شكل يوضح قانون العدسات العام.

ب - مخروط العدسة (Camera Cone):

يشتمل مخروط العدسة على العدسة وعلى إطار المستوى البؤري ، ومهمته التنقل بالعدسة إلى المسافة المقررة عن اللوح السالب (الفلم ) بالإضافة إلى حماية الفلم من الضوء ، ويراعى أن يكون إطار المستوى البؤري والعدسة في وضع ثابت تماما ضمن آلة التصوير بحيث لا يتحرك أي منهما بالنسبة للآخر ( البعد البؤري ثابت) انظر شكل (2 -4) .



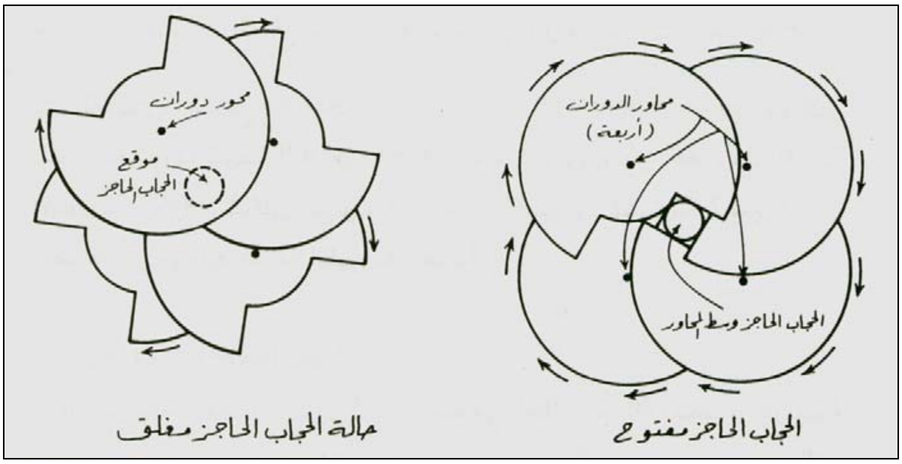

شكل(2 -4) : مقطع عرضي في آلة تصوير جوية.

ج - مخزن أو حجرة الفلم (Film Magazine):

يشتمل هذا المخزن على الفلم المعد لمهمة التصوير ، وقد يصل طوله إلى ما يزيد على مائة متر ( من 30 إلى 120 م ) مع ملاحظة أنه يمكن فصل المخزن عن آلة التصوير دون تعريض الفلم للضوء.

د - الحجاب الحاجز (Diaphragm):
ومهمته تنظيم كمية الضوء المار عبر العدسة.

هـ - مصراع الكاميرا (المحكم) (Shutter):
يعرف المحكم المثالي بأنه الذي لا يحتاج إلى زمن لفتحه أو إغلاقه ، غير أنه يصعب توفر أداة ميكانيكية تحقق هذا الأمر دون ظهور أخطاء أخرى نتيجة لذلك. لقد حاول المهندسون إيجاد حل باختراع " الحجاب الحاجز بين العدسات" وهذا الحجاب على نوعين أحدهما مكون من أربعة أجزاء أو خمسة على شكل وريقات (Leaf Shutter) تلف بعضها وتدور بسرعة تتراوح ما بين 1/100 ، 1/800 من الثانية بحيث تضمن فتح الحاجز (لتمرير الضوء) وإغلاقه (منع الضوء) بعد الفترة الزمنية المحددة لتمرير الضوء (Exposure Time) دون إضاعة وقت للفتح والإغلاق. ومن سيئات هذا النوع أنه يتسبب عن الدوران السريع للوريقات ارتجاج (Vibration) لجسم الكاميرا. أما النوع الآخر فيطلق عليه (المحكم الدوار) (Rotating Disc Shutter) وهو الأنسب والأغلب استعمالا في آلات التصوير الجوية حيث لا مجال للارتجاج الكبير . ويتكون المحكم الدوار من أربعة صفائح رقيقة تم قطع جزء صغير من كل منها ، وتدور هذه الصفائح على محاور أربعة (كل منها حول محور) . وتتباعد المحاور الأربعة فيما بينها بحيث يتم فتح الحاجز الواقع عند مركز المحاور مرة كل دورة كاملة للصفائح . وفي هذا النوع تم تنظيم سرعة دوران الصفائح بحيث تحقق فترة زمنية مناسبة ومحددة لفتح الحاجز انظر شكل (2 -5).




شكل(2 -5): رسم توضيحي للمحكم الدوار.

و - المصفي (Filter) :

المهمة الرئيسة للمصفي هي تمرير الضوء ذي طول الموجة المقررة وامتصاص أي ضوء آخر ذي طول موجة مغاير للمقرر. إنه باختصار يقوم بفرز الألوان حسب طول الموجة ، فيمرر بعضها ويمتص الآخر وبالتالي يقلل من تأثير السديم (Haze).

ز - الكشاف (View Finder):

عبارة عن عدسة ذات بعد بؤري ثابت توضع في الطائرة بين آلة التصوير الرئيسة والمصور. تنحصر مهمة الكشاف في تحديد الفترة الزمنية بين الصورة والتي تليها. وفي حالة توفر خارطة طبوغرافية للمنطقة المراد تصويرها فإنه يجري مسبقا (قبل البدء في التصوير) تحديد مركز كل صورة على الخارطة وعلى الأرض (بواسطة دهان خاص أو علامة مميزة محددة) . وبالتالي يستعين المصور بهذه العلامات عند ملاحظة مراكز الصور المتعاقبة من خلال الكشاف . كما يلاحظ هنا أن خبرة الطيار ومهارته ونوع الطائرة واستقرار الطبقات الهوائية تلعب دورا كبيرا في ذلك ، فإذا استطاع الطيار الطيران في خطوط مستقيمة (ما أمكن) وبسرعة ثابتة (تقريبا) عندها تكون الفترة الزمنية منتظمة كما يكون تداخل الصور صحيحا.

**معلومات عامة:**

- تزود آلات التصوير الجوية الحديثة بأدوات وأنظمة تسجيل أتوماتيكية بحيث يجري طباعة بعض المعلومات المفيدة على الصورة أثناء عملية التصوير أو قبلها مباشرة ، وهذه المعلومات كالآتي:

تاريخ التقاط الصورة، وارتفاع الطائرة (Flaying Altitude)، والبعد البؤري (Focal Length)، ورقم الصورة (Photo Number)، وعنوان المشروع ، واسم الشركة الملتقطة للصور، وصاحب المشروع.....الخ.

- إن طول الفلم يعتمد على سماكة الفلم نفسه وطبيعة مخزن الفلم (Film Magazine)، كما أن كل صورة جوية بأبعاد 230 × 230 مم تحتاج إلى 30سم طولا من الفيلم.

- إن نوعية الصورة وصفاتها تعتمد على مدى ارتجاج آلة التصوير (Vibration) ونوع مادة الفلم الحساس ، وعلى أي حال لا بد من وضوح التباين في ألوان التفاصيل المختلفة على كل صورة من الصور (أي لا يظهر ألوان الأجسام الداكنة في الطبيعة كألوان الأجسام الكاشفة) Contrast.

- هناك أربعة أنواع مميزة للأفلام تستعمل بكثرة في أعمال التصوير الجوية وهي:

- الأفلام العادية (أبيض وأسود) Panchromatic Films
- الأفلام الملونة True Color Films
- الأفلام الملونة الكاذبة False Color Films

هذا النوع من الأفلام يظهر الصورة بألوان ولكن هذه الألوان لا تتفق مع الألوان الطبيعية للأجسام.

- الأفلام تحت الحمراء Infrared Films

- تعتبر الصورالملونة على جانب كبير من الأهمية في أعمال تفسير الصور.
- نظرا لحساسية الأفلام الملونة للعوامل الجوية فإن نوعية الصورة الملونة لا تزال أقل جودة من الصورة العادية.
- إن عدم ثبات آلة التصوير يعتبر سببا رئيساً في ظهور الصورة مشوشة رديئة النوعية.

## 2-2 أنواع كاميرات التصوير الجوي:

تعتبر آلة التصوير الجوي على جانب كبير من الأهمية في موضوع المساحة التصويرية (Photogrammetry) بالنظر لاستخدامها في التقاط الصور الجوية التي تعتبر الأداة الأساسية التي تسند عليها أعمال المساحة التصويرية المتعددة. ولا بد أن نميز هنا بين آلات التصوير العادية وآلات التصوير الجوية من حيث الخصائص وظروف التشغيل. فآلة التصوير الجوية تعمل في ظروف جوية متباينة داخل طائرة تسير بسرعة عالية نسبيا ، وعليه فإن آلة التصوير الجوية يجب أن تحتوي على عدسة سريعة بجودة هندسية عالية ومصفاة (Filter) فعالة وأن تتوفر فيها إمكانية الالتقاط المتتالي والسريع لعدد هائل من الصور مع الحفاظ على متطلبات الدقة ومقاومة الارتجاجات في جسم الطائرة. وهنالك أنواع متعددة من آلات التصوير المستخدمة في التقاط الصور الجوية نذكر منها :

أ - آلة التصوير ذات العدسة الواحدة(Single-Lens Frame Camera):

لآلة التصوير هذه عدسة واحدة وبالتالي لا يمكن التقاط أكثر من صورة جوية واحدة في آن واحد انظر الشكل (2 -6) .



شكل (2 -6 ) : آلة التصوير الجوي ذات العدسة الواحدة

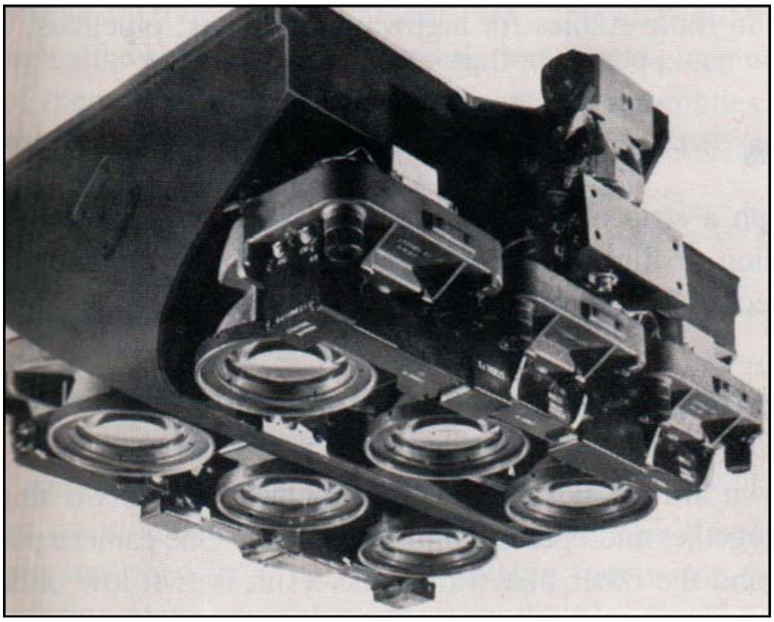
إن هذا النوع دارج الاستعمال ويلبي متطلبات الدقة لأغراض الخرائط الطبوغرافية وغير الطبوغرافية لما تحققه من ميزات فنية عالية. ومن خصائص هذا النوع من آلات التصوير أن البعد البؤري (أو الأساسي) يبقى ثابتا أثناء التقاط الصور المتتالية. أما من حيث سعة الفلم فإنها تختلف من نموذج لآخر، ومع ذلك فإنه يمكن القول أنها تتجاوز المائة متر ، أما بالنسبة لأبعاد الصورة فهي غالبا ما تكون 23 × 23 سم. أما مجال زاوية الرؤية (Angular Field of View) المقابلة لقطر الصورة فيمكن تصنيفه إلى ثلاثة أنواع (باعتبار أن أبعاد الصورة 23 × 23 سم) وهذه الأنواع هي :

1 - مجال الرؤية وفق زاوية عادية(Normal Angle) وتتراوح بين 608 إلى 758.
2 - مجال الرؤية وفق زاوية واسعة (Wide Angle) تتراوح بين 758 إلى 1008.
3 - مجال الرؤية وفق زاوية واسعة جدا(Super-Wide Angle) تتراوح ما بين 1208 إلى 1258 .

وفيما يتعلق بالبعد البؤري فإن آلة التصوير ذات العدسة الواحدة تمكن من التقاط الصور وفقا لمجال واسع من الخيارات، منها على سبيل المثال: البعد البؤري المساوي 152مم والذي يعتبر الأكثر شيوعا وملاءمة من حيث إنه يجمع ما بين الدقة والاقتصاد في مجال عمل الخرائط بكافة أنواعها.وهناك أيضا أبعاد بؤرية مستعملة في التقاط الصور لأغراض صنع الخرائط الخطية ولكن على نطاق أقل مثل البعد البؤري 88.5مم والبعد البؤري 210مم. أما الأبعاد البؤرية الكبيرة نسبيا (بحدود 305مم ) فهي متاحة لمثل هذا النوع من آلات التصوير، وتستخدم بشكل خاص في التقاط الصور لأغراض تفسير طبيعة المعالم والتضاريس الأرضية والجوانب الهيدرولوجية والجيولوجية ، بالإضافة إلى أعمال الاستكشاف والتخطيط للعديد من المجالات الهندسية والاقتصادية والعسكرية وصنع الخرائط التصويرية (Photo Maps).

ب - آلة التصوير متعددة العدسات(Multilens Frame Camera):

لهذا النوع من آلات التصوير عدستان أو أكثر ، ويمكن بالتالي التقاط صورتين أو أكثر في آن واحد انظر الشكل(2 -7). وفيما يتعلق بالأجزاء الرئيسة المكونة لآلة التصوير فهي تماثل إلى حد كبير تلك المكونة لآلة التصوير ذات العدسة الواحدة. وتجدر الإشارة هنا إلى أن ميزة التقاط عدة صور للأرض في آن واحد تتيح تزويد هذه العدسات بمصاف (Filters) مختلفة وبأفلام تتحسس مجالات متباينة من الطاقة الكهرومغناطيسية، مما يساعد في تفسير وتحليل أدق لماهية الأجزاء المصورة. وعليه فإنه يغلب استخدام هذا النوع في التقاط الصور الجوية والفضائية لأغراض البيئة والزراعة والجيولوجيا.



شكل (2 -7) : آلة التصوير الجوي متعددة العدسات

ج - آلة التصوير الشريطية (Strip Camera):

يمتاز هذا النوع من آلات التصوير بأنه يبقي على عملية التصوير مستمرة من بداية الشريط الأرضي (المراد تصويره) حتى نهايته. ويمكن أن تتم عملية التصوير في هذا النوع من الكاميرات إما باستخدام عدسة واحدة أو باستخدام عدستين. وعند استخدام عدستين يمكن وضع العدستين بحيث تكتسب الصور الناتجة صفات الصور التجسيمية. ويستفاد من هذا النوع من آلات التصوير بشكل خاص في دراسات المشاريع الهندسية الطولية كالطرق والسكك الحديدية وخطوط الأنابيب.......الخ.

د - آلة التصوير البانورامية أو شاملة الرؤية (Panoramic Camera):

يسمح هذا النوع من آلات التصوير بتغطية للأرض المراد تصويرها تمتد من أقصى اليمين عند خط الأفق(Horizon) إلى أقصى اليسار عند خط الأفق وبشكل متعامد على اتجاه خط الطيران.

ويكن أن تصنف الصورة التي تستخدم في المساحة التصويرية الجوية تبعا لوضع محور آلة التصوير وقت التقاط الصورة إلى :

أ - الصور الرأسية:

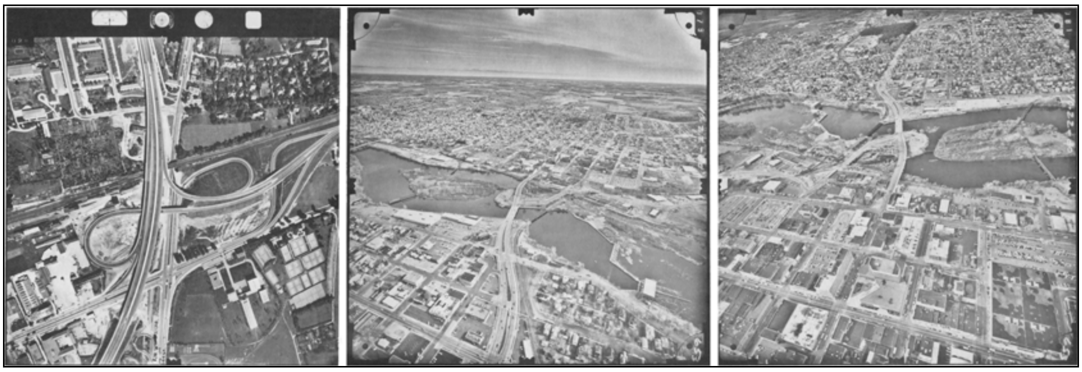
وهي تشمل جميع الصور التي تلتقط عندما يكون محور آلة التصوير رأسياً تماما أو أقرب ما يكون إلى الرأسي. ومن الناحية العملية فإن محور آلة التصوير نادرا ما يكون رأسيا تماما نظرا لميل الطائرة الذي لا يمكن تجنبه أثناء الطيران وعادة ما تكون زاوية الميل لآلة التصوير أقل من أو تساوي 3 درجات وهذا الميل غير متعمد بل ينشأ نتيجة لتعرض الطائرة وقت التقاط الصورة إلى تغيرات في تأثير الهواء على جسمها الخارجي تؤدي إلى وجود هذا الميل.

ب - الصور المائلة:

الصور المائلة هي الصور التي تؤخذ ومحور آلة التصوير مائل بالنسبة للاتجاه الرأسي . وفي هذا النوع من الصور يتعمد إمالة محور آلة التصوير للحصول على تغطية أكبر لسطح الأرض بالمقارنة بالصور الرأسية، ويوجد نوعان من الصور المائلة:

1 - الصور قليلة الميل: تشمل الصور المائلة التي لا تحتوي على خط الأفق ، وعند التقاط هذا النوع من الصور الجوية تتم إمالة محور آلة التصوير ليعمل زاوية صغيرة مع الاتجاه الرأسي، ويفضل استعمال الصور المائلة في الأراضي المستوية حيث تغطي مساحة كبيرة من سطح الأرض بالمقارنة مع الصور الرأسية.

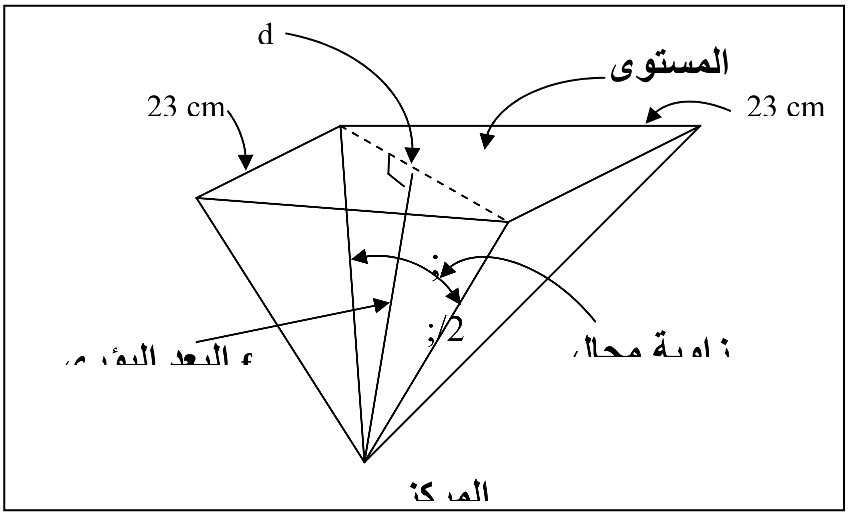
2 - الصور شديدة الميل: وهي الصور التي يظهر فيها خط الأفق أو خط تقابل سطح الأرض مع السماء.



شكل(2 -8): شكل يبين الصور قليلة الميل وشديدة الميل والرأسية مرتبة من اليمين إلى اليسار.

مثال 2 - 1 :

في الشكل (2 -9) إذا علمت أن البعد البؤري لعدسة آلة التصوير يساوي 100 مم وأبعاد الصورة 230 × 230 مم فما هو مقدار زاوية مجال الرؤية (;) ؟




شكل ( 2 -9) : زاوية مجال الرؤية

الحـــل

لنحسب أولا طول قطر الصورة (d) :

$$d = [ (23)^2 + (23)^2]^{1/2} = 32.53 \text{ cm}$$
$$\tan (; /2) = (d/2) / f = 16.265/10$$
$$; = 2 \tan^{-1} 1.6265$$
$$; = (116.8)8$$

وهي زاوية رؤية واسعة جدا (Super-Wide Angle).

## تمارين على الوحدة الثانية

- ما هي العناصر الأساسية والعامة التي تشكل آلة التصوير الجوية؟
- ما هي أنواع كاميرات التصوير الجوية؟
- إذا علمت أن البعد البؤري لعدسة آلة التصوير يساوي 153 مم وأبعاد الصورة 230 × 230 مم فما هو مقدار زاوية مجال الرؤية (;) ؟
- أكمل ما يلي :

مجال زاوية الرؤية (Angular Field of View) المقابلة لقطر الصورة يمكن تصنيفه إلى ثلاثة أنواع (باعتبار أن أبعاد الصورة 23 × 23 سم) وهذه الأنواع هي :

- o مجال الرؤية وفق زاوية عادية(Normal Angle) وتتراوح بين .......8 إلى .......8.
- o مجال الرؤية وفق زاوية واسعة (Wide Angle) تتراوح بين.......8 إلى.......8.
- o مجال الرؤية وفق زاوية واسعة جدا(Super-Wide Angle) تتراوح ما بين .......8 إلى .......8.

المملكـــة العربيـــة الســـعودية
المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
**الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج**

# المساحة التصويرية - 1

## الصور الجوية

الصور الجوية

3



# الوحدة الثالثة :الصور الجوية

**الجدارة**:

أن يتعرف المتدرب على الصور الجوية واستخدامها وكيفية تفسيرها كما يتعرف على عناصر هذه الصور وعلى نسب التداخل بين الصور.

**الأهداف:**

بنهاية هذه الوحدة تكون باذن الله قد تعرفت على :

- الصور الجوية واستخدامها
- عناصر هذه الصور.
- نسب التداخل الطولي والعرضي بين الصور
- تفسير الصور الجوية.

**متطلبات الجدارة:**

أن يكون المتدرب قد أتم تدريبه في ما يتعلق بتركيب كاميرات التصوير وأنواعها.

**مستوى الأداء المطلوب:**

أن يصل المتدرب إلى نسبة 70 ٪ في معرفته للصور الجوية وعناصرها.

**الوقت المتوقع للتدريب:**

6 ساعات

## 1-3 عناصر الصورة الجوية :

تحتوي الصورة الجوية على عناصر ومعلومات تفيدنا في العمليات المختلفة التي تتم على الصور وخصوصا عمليات التوجيه والضبط ويمكن تلخيص هذه العناصر على النحو التالي:

1 - علامات الإسناد (Fiducial Marks): تستخدم هذه العلامات لتعيين النقطة الأساسية على الصورة وتظهر على أشكال مختلفة، في الأركان الأربعة للصورة أو في منتصفات الأضلاع أو في كليهما معا. وبوصل الخطوط بين نقاط الإسناد المتقابلة فإنها ستتقاطع في موقع النقطة الأساسية للصورة . يجدر بالملاحظة هنا أن دقة هذه الطريقة تعتمد على دقة آلة التصوير.

2 - مقياس الارتفاع (Altimeter): يستخدم هذا لبيان ارتفاع الطائرة أثناء التقاط الصورة.

3 - الساعة : وذلك لمعرفة الوقت الذي تم فيه التقاط الصورة ويفيد هذا كثيرا في تحليل ظلال الأجسام لخدمة أعمال تفسير الصور الجوية المختلفة.

4 - مقياس الميل: وذلك لمعرفة مقدار ميل المحور الأساسي لعدسة آلة التصوير أثناء التقاط الصورة.

5 - البعد الأساسي (البعد البؤري للعدسة): وهو ضروري لمعرفة مقياس رسم الصورة الجوية.

6 - رقم الصورة المتسلسل.

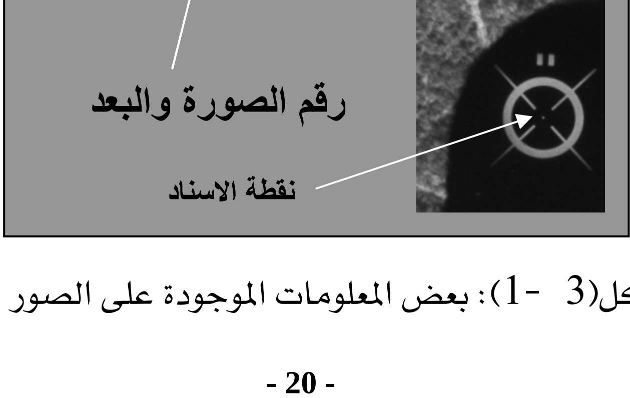
7 - رقم آلة التصوير.

8 - الشركة القائمة على تخطيط والتقاط الصور.

9 - تاريخ التقاط الصورة.

10 - رقم خط الطيران .

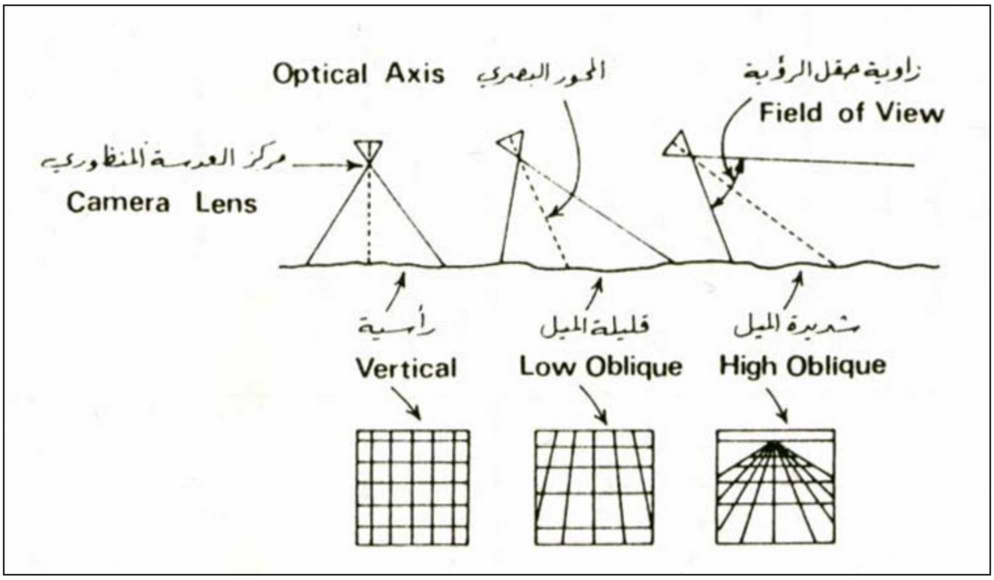
ويبين الشكل(3 -1) بعضا من هذه العناصر.




شكل(3 -1): بعض المعلومات الموجودة على الصور الجوية

## 2-3 أنواع للصور الجوية واستخداماتها :

كما أشرنا في الباب الثاني أن الصور الجوية تنقسم من حيث وضع آلة التصوير إلى صور رأسية ، وصور قليلة الميل وصور شديدة الميل ، ويبين الشكل (3 -2) هذه الأنواع.




شكل(3 -2): وضع آلة التصوير أثناء التقاط مختلف أنواع الصور الجوية

وهناك العديد من المجالات التي يعتبر استخدام المساحة التصويرية فيها على جانب كبير من الأهمية ، ويمكن تلخيص أهم استعمالاتها فيما يلي :

1 - إعداد المخططات والخرائط المستوية (Planimetric Maps):

وهذه من أقدم وأهم استعمالات المساحة التصويرية، إذ يمكن بواسطة الصور وأجهزة المساحة التصويرية المتعددة إنتاج هذا النوع من المخططات والخرائط بدقة وسرعة فائقة. وحيث إن الخرائط المستوية تشتمل على كافة التفاصيل الاصطناعية (كالمباني والطرق والسكك الحديدية والساحات والجسور والحدائق والأقنية وخطوط القوى) والطبيعية (كالبحيرات والغابات) لذا فإن استعمالاتها هامة ومتعددة خصوصا في مجالات الهندسة المدنية (تخطيط وتصميم مشاريع الطرق والسكك الحديدية بشكل خاص ) والزراعة والجيولوجيا والإدارة والتخطيط إضافة إلى استعمالات عسكرية متنوعة.

2 - إعداد المخططات والخرائط الطبوغرافية (Topographic Maps):

تتميز هذه الخرائط والمخططات باحتوائها على خطوط كنتورية توضح تضاريس سطح الأرض من حيث الارتفاعات والانخفاضات إضافة إلى ما تظهره الخرائط المستوية من تفاصيل طبيعية

واصطناعية. وعليه فإن مجالات استخدام المخططات الطبوغرافية هي أهم وأشمل مقارنة بالمخططات والخرائط المستوية . ويمكن القول أن جميع الخرائط المستوية والطبوغرافية أصبحت تنتج في أيامنا هذه بواسطة المساحة التصويرية مما يحقق السرعة والدقة والاقتصاد مقارنة بالإنتاج من خلال طرق المساحة الأرضية التقليدية (Conventional Ground Surveying Methods) .وعلى كل حال لابد من اللجوء إلى طرق المساحة الأرضية لتغطية الأجزاء من سطح الأرض المغطاة بالنباتات والشجيرات الكثيفة والغابات ....الخ حيث يصعب تمييز تضاريس سطح الأرض على الصورة.

3 - تكثيف شبكات الإحداثيات(Extension of Ground Control Networks):

يستعان بالمساحة التصويرية لتكثيف شبكات الإحداثيات المتباعدة من خلال تعيين الإحداثيات لعدد هائل من نقاط الضبط (Ground Control) التي تلزم لإنتاج المخططات والخرائط المستوية والطبوغرافية إضافة إلى احتياجات أخرى كثيرة. من الواضح أنه يصعب استخدام طرق المساحة الأرضية في تعيين إحداثيات أي عدد نشاء من النقاط نظرا للتكلفة الباهظة وللوقت الطويل الذي تستغرقه هذه الطرق ناهيك عن صعوبة بل وربما استحالة الوصول إلى بعض المواقع لإجراء عمليات الرصد والقياس المباشرة. إن في المساحة التصويرية خير حل لهذه المشكلة ، إذ يمكن بواسطتها الاستناد إلى عدد محدود جدا من النقاط المعينة إحداثياتها بطرق المساحة الأرضية الكلاسيكية لاشتقاق عدد هائل جدا من النقاط بدقة وسرعة ويسر.

4 - لأغراض استكشاف وتخطيط وتصميم شبكات المواصلات المختلفة والسدود والأقنية :

هنا تجري الاستفادة من الصور الجوية بلصقها ببعضها تباعا على شكل شريط واحد أو عدة أشرطة بحيث تكون بمجموعها صورة واحدة للمنطقة موضوع الدراسة تبدو من خلالها مختلف المعالم الطبوغرافية بوضع طبيعي ومتكامل. يطلق على هذا النوع من الصور المتصلة بالموزايك (Mosaic) وهو على جانب كبير من الأهمية في المراحل الأولى من استكشاف وتخطيط واختيار خطوط المواصلات المختلفة ومجاري المياه ومواقع السدود ومسارات خطوط القوى وغيرها كثير. كذلك وبمساعدة أجهزة المساحة التصويرية المختلفة، يجري استغلال الصور الجوية في إنتاج خرائط طبوغرافية بمقاييس صغيرة ومتوسطة وكبيرة لاستخدامها في المشاريع آنفة الذكر. ويجدر بالذكر هنا أن استخدام الخرائط الطبوغرافية ذات المقياس الصغير يقتصر على أعمال التخطيط الأولية (Preliminary Planning) بينما يستفاد من الخرائط الطبوغرافية ذات المقياس الكبير في مراحل التصميم النهائية وفي حساب الكميات . كذلك يمكن تعيين إحداثيات ومناسيب أي عدد من النقاط

ضمن المنطقة المحصورة ، سواء على شكل مقاطع طولية أو عرضية أو أية أنماط أخرى وذلك بإجراء قياسات فوتوغرامترية (Photogrammetric Measurements) مباشرة على الصور من خلال أجهزة المساحة التصويرية المناسبة. يطلق على المعلومات الرقمية التي تتعلق بجزء ما من سطح الأرض بالنماذج الأرضية الرقمية (Digital Terrain Models). وتعالج هذه النماذج عادة من خلال برامج معينة تغذى للحاسوب (Computer) لاستنتاج المساحات والكميات وإحداثيات نقاط جديدة ومعلومات أخرى كثيرة وفقا لطبيعة وأغراض المشروع موضوع الدراسة.

5 - كبديل عن الخرائط في المناطق التي لا تتوفر لها أية معلومات مساحية أو خرائط:
يمكن هنا إجراء التعديلات اللازمة على الصور لغايات تحقيق المزيد من التجانس في المقياس ثم يجري تكبير الصور المتلاصقة لتشكل في النهاية خريطة أو خرائط تصويرية معدلة مستوية (Planimetric Orthophotomap) تزخر بالمعلومات وتعبر تعبيرا حقيقيا شاملا عن الأرض المصورة لمزيد من الفائدة والشمولية ، يمكن أيضا طبع الخطوط الكنتورية على الصور المعدلة فتصبح بذلك خرائط تصويرية معدلة طبوغرافية (Topographic Orthophotomaps) تختلف دقة هذا النوع من الخطوط الكنتورية المطبوعة على الصور باختلاف مصدر المعلومات المتعلقة بالمناسيب ونوع التقنية المستخدمة في عملية اشتقاق أو رسم الخطوط الكنتورية وطبعها على الصورة.

6 - كملحق للخرائط والمخططات المستوية والطبوغرافية:
يمكن الاستفادة من الصور الجوية المعدة على شكل موزايك أو خرائط تصويرية معدلة (مستوية أو طبوغرافية) للتعرف على التفاصيل التي يصعب إظهارها على المخططات والخرائط المستوية والطبوغرافية . فباستثناء المناطق شديدة الانحدار أو المغطاة بالغابات الكثيفة، يمكن وبسهولة تمييز الطرق والحدائق والساحات والمباني والجسور والمجاري المائية ....الخ. إن هذه الميزة للخرائط التصويرية تجعل منها أساسا صالحا لملاحظة التغيرات الناشئة والاستناد إليها في أعمال تخطيط وتصميم وصيانة الكثير من المشاريع الهندسية ، خصوصا مشاريع المواصلات ( من طرق وسكك حديدية ...الخ) ، والإسكان والتعمير في المناطق الحضرية حيث النمو السريع في مختلف المرافق. كذلك يستفاد من الصور والخرائط التصويرية في التحقق من دقة وشمولية الخرائط من خلال الاستقصاء الميداني (Field Investigation) .

7 - في أعمال تسجيل وتمييز حدود قطع الأراضي(Land Surveying):

وهنا يكون للصور الجوية دور حيوي في التعرف على حدود الأراضي حيث تظهر مختلف التفاصيل والظواهر الطبيعية على الصور مما يسهل عملية التدقيق وتحديد هوية كل قطعة. هناك العديد من الدول التي تستند إلى الصور الجوية كوثائق أو كأدلة قانونية (Legal Evidence) لأغراض تقدير ضريبة الأرض . ويلجأ عادة إلى استخدام طرق حسابية وبرامج تعديل دقيقة عند تعيين إحداثيات زوايا قطع الأراضي للحصول على الدقة المنشودة.

8 - في حقل الجيولوجيا:

يستخدم الجيولوجيون والجيوفيزيائيون مبادىء المساحة التصويرية في دراسة التركيب الجيولوجي لطبقات الأرض، مصادر المياه ، وتحليل الأنماط الحرارية لسطح الأرض ، والهزات الأرضية (الزلازل)، والفيضانات ، وثوران البراكين ....الخ .

9 - في حقل الزراعة:

يستفاد من الصور الجوية في تصنيف التربة ، مشاريع حفظ التربة ، وأمراض النبات ، وغيرها كثير.

10 - في مجال علم الآثار وفن الطباعة:

يستفاد من الصور الأرضية في عمل الخرائط والمخططات التفصيلية للأماكن التاريخية والعمارات والشواهد الاصطناعية والطبيعية البارزة.

11 - في حقل الاستخبارات العسكرية:

تلعب الصور الجوية دورا بارزا في استطلاع مواقع وتحركات الجيوش المتحاربة إضافة إلى التعرف على المواقع الاستراتيجية والأهداف العسكرية والكثير من أمور التجسس والرصد والمراقبة.

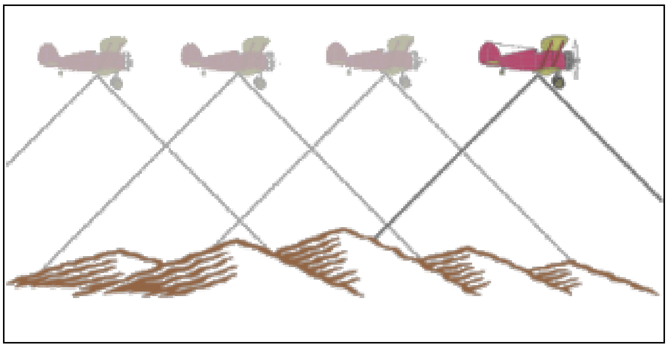
12 - في المجالات الطبية:

حيث تساعد الصور المأخوذة من خلال أشعة إكس (X-Ray) ، الميكروسكوب الإلكتروني ، آلات التصوير الأرضية بأوضاع معينة ....الخ. في دراسة وفهم وملاحظة التغيرات والأعراض في مختلف أعضاء الجسم. وحديثا أصبح يستفاد من المساحة التصويرية في علم صناعة الأطراف الاصطناعية.

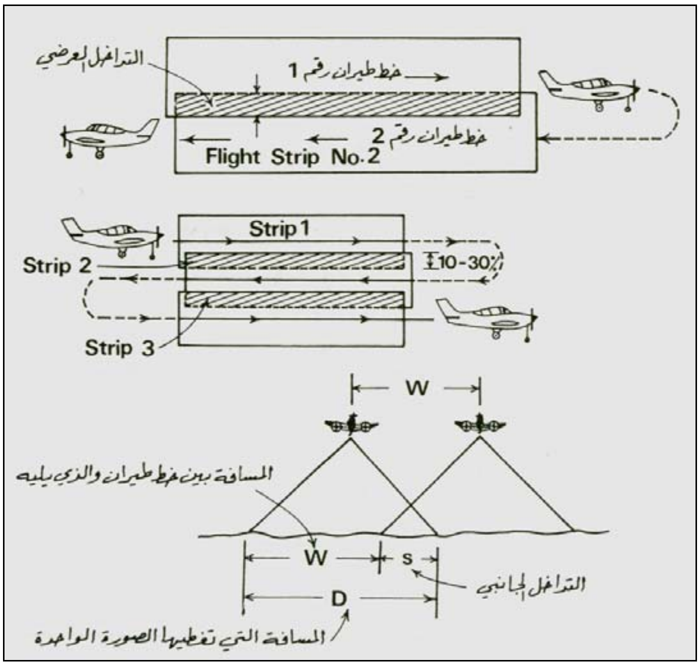
13 - في مجال المرور وحوادث السير.

## 3-3 التداخل الطولي والعرضي :

إنه عند الإعداد لخريطة التصوير لا بد أن نحدد قيمة التداخل الطولي (الأمامي) باتجاه سير الطائرة (Forward or End Overlap) والعرضي(الجانبي) وهو عمودي على اتجاه الطيران (Side Overlap) ويجدر بنا الإشارة إلى أهمية وجود التداخل الطولي لغايات الرؤية المجسمة لكافة تفاصيل شريط الأرض أو المنطقة المصورة ونسبة هذا التداخل الصغرى (50%)، أي تلك التي تضمن تصوير كل جزء واضح من الأرض على صورتين متتاليتين. عمليا تكون النسبة المئوية للتداخل الأمامي (Percent End Overlap) بمقدار (55%) ، وقد تصل إلى (70%) ضمانا لتحقيق مبدأ تصوير كل جزء بائن من الأرض مرتين وسنرمز لهذه النسبة المئوية بـ (PE) انظر شكلي (3 -3) و(3 -4).



شكل (3 -3): التداخل الطولي بين صورتين متتاليتين




شكل (3 -4): التداخل الجانبي بين الصور في خطوط الطيران .

## 4-3 تفسير الصور الجوية :

يعتبر تفسير الصور الجوية فنا Art مثلما هو علم ، وليس من الصعب التعرف على كثير من الظواهر في الصور الجوية المائلة ، نظرا لأنها تبدو لنا وكأنها طبيعية إلى حد ما . أما في الصور الجوية الرأسية فإنها تبدو غريبة ، خصوصا للشخص الذي لم يسبق له أن ركب طائرة من قبل . وهناك عدة عوامل ، إضافة إلى عامل الرأسية ، تسبب صعوبة في قراءة الصور الجوية الرأسية منها :

1 - الارتفاع الكبير الذي تؤخذ منه الصورة ، مما يؤدي إلى صغر المقياس.

2 - تأثير بعض العوامل الطبيعية مثل الأمطار والضباب وما شابه.

3 - تأثر بعض العوامل الأخرى مثل الظلال ، أو تأثير الإنسان ، مثل إزالة الغابات أو الحرائق.

ورغم أن النجاح في قراءة الصور الجوية يعتمد على بعض العوامل مثل مستوى التدريب والخبرة و نوعية الصور والمناظر المستخدمة وطبيعة الظاهرة ، إلا أن مستخدم الصور الجوية مهما كانت قدرته يلجأ كثيرا إلى استخدام عدد من الخصائص العامة للظاهرات من أجل التعرف عليها . ومن أهم هذه الخصائص ما يلي:

1 - الحجم والشكل:

لحجم الظاهرة وشكلها أهمية كبيرة في قراءة الصور الجوية . ومن الخصائص المرتبطة بالحجم والشكل ، حجم المباني وتنظيمها وارتباطها بالمساحات المكشوفة المحيطة بها كالحدائق والملاعب ومواقف السيارات . فبعض المباني لا يمكن التعرف على وظائفها إلا من شكلها ، مثل مبنى البنتاجون (وزارة الدفاع الأمريكية) ذي الشكل الثماني.

ومن أكثر الأشكال وضوحا على الصور الجوية المطارات ، نظرا للأشكال الهندسية المنتظمة التي تتخذها ممرات الهبوط والإقلاع ومواقف الطائرات والمباني المرتبطة بها وكبر المساحة التي تشغلها انظر الشكل (3 -5).

كذلك يمكن التفريق بين أشكال الظواهر البشرية والظاهرات الطبيعية بسهولة لأن الظواهر البشرية، مثل الحقول الزراعية والطرق والمباني السكنية غالبا ما تكون أكثر انتظاما من الظواهر الطبيعية ، كالغابات والمناطق الجبلية. وللظواهر المرتفعة تأثير خاص من حيث إمكانية تحديد نوعيتها ، لأن تأثير المبالغة التي تسببه النظرة المجسمة للصور يساعد على سرعة التعرف على الظواهر ، خصوصا إذا كانت تقع في أطراف الصورة أو عند استخدام عدسات

ذات زوايا واسعة تساعد على زيادة ميل النظر، ومن ناحية أخرى يكون للظواهر المرتفعة تأثيراً سلبياً نتيجة لوقوع بعض الظواهر خلف المناطق المرتفعة.



شكل (3 -5) : صورة جوية تبين الشكل المميز لإحدى المطارات

إن الوقت من السنة أو اليوم أو حتى النهار يلعب دورا في القدرة على تحديد بعض الظاهرات ، فعلى سبيل المثال يختلف الشكل الذي تظهر به المناطق الزراعية في بداية زراعتها عن فترة النمو والحصاد لذا تجب معرفة تاريخ الصورة ومرحلة الزراعة لكي تساعد بالأخص قارىء الصورة الجوية المبتدىء في تحديد نوع المحصول المزروع.

2 - درجة اللون Tone:

هناك اختلاف في الألوان التي تبدو في الظواهر الأرضية في الصور الجوية نتيجة لاختلاف ألوانها الأصلية. ولأن معظم الصور المستخدمة هي من النوع الأبيض والأسود ، حيث إن القيمة الإضافية من استخدام الصور الملونة في معظم الاستخدامات أقل بكثير من التكاليف الإضافية التي يحتاجها مثل هذا النوع من الصور ، لذا يستبدل اللون الحقيقي نمطا أو درجة من درجات اللون الرمادي ، الذي يتدرج من اللون الأبيض في النمط الفاتح إلى الرمادي الفاتح إلى الداكن إلى الأسود. إن الظواهر تختلف في قدرتها على عكس الطاقة ، وهذا الاختلاف يظهر في الصور

الجوية على هيئة اختلافات في درجات اللون الرمادي أو في درجات الألوان أو الكثافة وتتأثر درجة اللون في أي صورة جوية بعوامل عديدة ترتبط بشكل مباشر بقدرة الجسم على عكس الطاقة في وقت الرؤية ، ومن هذه العوامل نسيج السطح العاكس Texture حيث يظهر السطح الأملس أو الناعم بنمط فاتح ، لأن قدرة هذا النوع من الأسطح على عكس الصورة كبيرة. أما السطح الخشن فيظهر بلون داكن لأنه يبعثر الأشعة الضوئية مما يقلل من كمية الضوء الواصلة إلى آلة التصوير، كذلك يختلف نسيج التربة بحسب كمية الرطوبة التي تحتويها ، فتظهر التربة الجافة بألوان فاتحة.

3 - الظل Shadow:

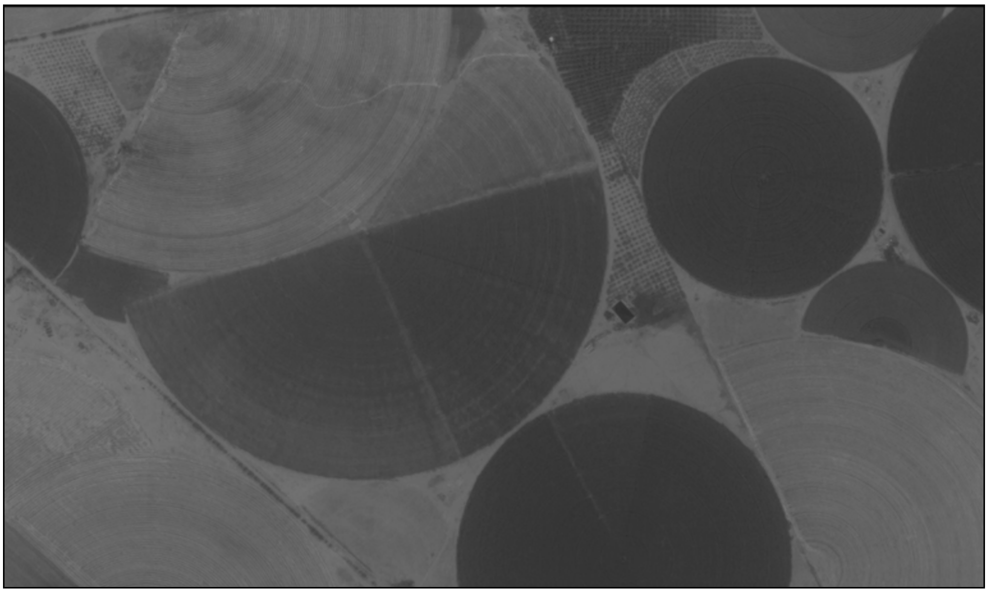
يصعب في بعض الأحيان تحديد نوعية بعض الظواهر الأرضية عند النظر إليها من أعلى نظرا لطبيعتها الأصلية. فالنخلة على سبيل المثال ، تظهر في الصورة كنقطة صغيرة قد تستطيع أن تحدد أنها شجرة ولكن من الصعوبة تحديد نوعيتها. وينطبق ذلك على أعمدة الإنارة والكهرباء وأعمدةالإرسال المختلفة. ويلعب الظل دورا كبيرا في التعرف عل مثل هذه الظواهر لأنه يعطي صورة جانبية لها. ومن الظواهر الأخرى التي يساعد الظل على التعرف على تفاصيلها الجسور والمداخن وخزانات المياه ومخازن الوقود ...الخ ، ومن ناحية أخرى فقد يكون للظل آثار سلبية خصوصا في المناطق ذات التفاصيل الكثيرة حيث يحجب الظل رؤية بعض الظواهر انظر الشكل (3 -6).



شكل (3 -6) :صورة لسكن طلاب جامعة الملك سعود ويظهر أثر الظل الإيجابي في معرفة أعمدة الإنارة وأثره السلبي بحجب المعالم التي تقع في مناطق ظل المباني

4 - النمط Pattern :

تتميز بعض الظواهر باتخاذها نمطا مميزا من حيث الشكل في الصور الجوية. فالبساتين يمكن تمييزها عن حقول الحبوب بسبب الشكل الذي تأخذه النباتات وهو عبارة عن صفوف طويلة منتظمة ، أما البساتين فتتخذ شكل نقاط كبيرة نسبيا ومنتظمة من حيث المسافات التي تفصل بينها . انظر الشكل (3 -7 ) .



شكل (3 -7) : معرفة الظواهر بالنمط المميز لها.

5 - طرق أخرى:

هناك بعض المعلومات التي يساعد توفرها في التعرف على الظواهر الأرضية في الصور الجوية وعلى قدرة الشخص على قراءتها ، أهمها :

أ - معرفة موقع المنطقة ، حيث إن هذا يساعد على تذكر بعض المعلومات وربطها بالظواهر في الصور الجوية .

ب -الاستعانة بالخرائط المتوفرة عن المنطقة التي تمثل الصور الجوية .

ج - البدء من العام إلى الخاص ، فهذا يساعد على ربط بعض التفاصيل الدقيقة بالظواهر سهلة التمييز ، مما يسهل التعرف عليها.

د - استخدام التجسيم، فبعض الظواهريزيد وضوحها ويمكن تفسيرها بعد أن ينظر إليها بأجهزة التجسيم.

بالإضافة إلى ما سبق فإننا سنشرح بإيجاز أهم الصفات الخاصة لبعض الظاهرات الطبيعية والبشرية وهي :

1 - التظاريس :

تعتبر التضاريس من الظواهر سهلة التمييز على الصور الجوية ، ويمكن رؤيتها في الصور الجوية الرأسية بسهولة نسبية بعد قليل من التدريب، وإذا أردنا الحصول على معلومات تفصيلية عن الظواهر ، فيفضل استخدام أجهزة التجسيم .

2 - الصخور والتربة :

يهتم علم الجيولوجيا التصويرية Photogeology بدراسة صور الصخور العادية أو ذات الغطاء النباتي الخفيف ، لتحديد أنواع الصخور ووجود الالتواءات والفواصل والمعادن ، وأنماط التصريف المائي وغيرها من الظواهر الجيولوجية.

وفي التكوينات العادية أو شبه العادية يمكن ملاحظة أنماط التربة الناتجة عن الاختلافات في التكوين ودرجة اللون والرطوبة التي تحتويها بسهولة.

إن الصخور بصورة عامة ، والتربة العادية تظهر بلون أفتح مما نتوقعه من مظهرها الطبيعي ، إلا أن التربة الرطبة تظهر بلون رمادي إلى رمادي داكن بينما تظهر بلون رمادي فاتح فور جفافها. وتظهر الأرض المحروقة بلون فاتح ، وهي تشمل التربة المحروثة للزراعة ، أو التربة الموضوعة حول قناة محفورة حديثا ، أو التربة المأخوذة بعد حفر موقع بناء جديد ، والشواطىء والرمال.

3 - النباتات الطبيعية :

تظهر الغابات في الصور الجوية بلون داكن وتكون الاختلافات في درجة اللون نتيجة للاختلاف في عمر الأشجار وأنواعها، أما الحشائش فإن القاعدة العامة هي أنه كلما تحسنت نوعية الحشائش فإنها تظهر بألوان داكنة وثابتة.

4 - المحاصيل الزراعية :

من أصعب المشكلات التي تواجه قارىء الصور الجوية مشكلة تحديد نوعية المحاصيل المزروعة. ومن أهم الطرق المساعدة التي تستخدم للتعرف على المحاصيل الزراعية الإلمام الجيد بطرق زراعتها ومعرفة المعدات والأدوات الرئيسة المستخدمة في كل زراعة ، بالإضافة إلى معرفة مواعيد العمليات المختلفة في زراعة المحصول (حرث وبذر ونمو وحصاد ) وبصورة عامة فإن الصور الجوية المأخوذة في وقت الحصاد تعطي أفضل النتائج من حيث إمكانية التنبؤ بنوعية المحصول.

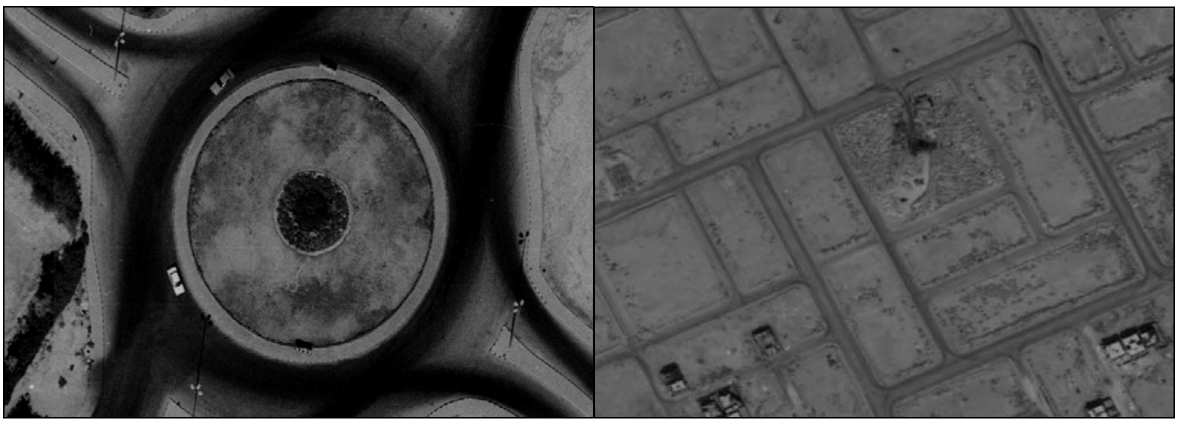
ورغم صعوبة التفريق بين بعض أنواع المحاصيل في بعض الحقول مثل حقل يزرع قمحا وآخر يزرع شعيرا ، إلا أنه بالإمكان التفريق بين بعض أنواع المجموعات الزراعية مثل زراعة الحبوب وزراعة البساتين ، والدواجن والماشية .....الخ انظر الشكل (3 -8).



شكل (3 -8) : معرفة نوعية المحاصيل من الصور الجوية

5 - المواصلات :

تظهر الطرق غالبا بلون فاتح اذا كانت غير مرصوفة أو ذات سطح خشن ، وتظهر بلون داكن إذا كانت مرصوفة وملساء انظر الشكل (3 -9). أما السكك الحديدية فمع أنها أسهل من حيث تحديدها على الصور الجوية من طرق السيارات نتيجة لانتظامها ، إلا أنه يصعب تحديد عدد الخطوط . وعادة تعرف السكك الحديدية بوجود جسور خاصة أو أنفاق أو محطات للقطارات أو المنحنيات الخفيفة التي تتخذها قضبان السكك الحديدية.



شكل ( 3 -9 ): صورتان تبينان الفرق بين الطرق المرصوفة وغير المرصوفة

6 - المدن والمناطق المبنية :

يصعب في بعض الحالات تحديد نوع استخدام بعض المباني ، خصوصا المباني أو المجمعات الصناعية التي يمكن التعرف على استخدامها العام ولا يمكن تحديد أنواع العمليات داخل هذه المباني ، ويحتاج التعرف عليها إلى خبرة كبيرة نوعا ما انظر الشكل (3 -10)، وفي المدن مناطق يمكن تحديدها بسهولة ، مثل المنطقة القديمة والمناطق التجارية والمساجد والمدارس الحديثة والمناطق الصناعية والإدارات الحكومية ، ولكن تظل الصور الجوية عاجزة عن تقديم معلومات عن خصائص السكان المقيمين في المدينة والخصائص الداخلية للمباني مثل عدد الغرف.



شكل ( 3 -10 )

7 - المواقع الأثرية :

تعتبر النتائج التي حققتها الصور الجوية في حقل الآثار مدهشة وذات أهمية كبيرة ، فمن السهل تمييز المباني والبقايا الأثرية البارزة على سطح الأراضي في الصور الجوية ، وذلك لظهورها بأشكال مميزة وغريبة عما يحيط بها، كما أن الصور الجوية أثبتت إمكاناتها في تحديد المواقع التي لا تحتوي آثاراً بارزة على سطح الأرض ، فوجود بقايا أثرية تحت سطح الأرض يؤثر على لون التربة التي تقع فوقها.

## تمارين على الوحدة الثالثة

- اذكر عناصر الصورة الجوية؟
-ما هي أنواع الصور الجوية؟
- عدد استخدامات الصور الجوية؟
- ارسم شكلا يوضح التداخل الطولي والعرضي؟
- إن مستخدم الصور الجوية مهما كانت قدرته يلجأ كثيرا إلى استخدام عدد من الخصائص العامة للظاهرات من أجل التعرف عليها . اذكر أهم هذه الخصائص؟

# المساحة التصويرية - 1

## خريطة الطيران

خريطة الطيران

4



# الوحدة الرابعة : خريطة الطيران

**الجدارة:**

أن يتعرف المتدرب على كيفية حساب عناصر خريطة الطيران وكذلك رسمها.

**الأهداف:**

بنهاية هذه الوحدة تكون باذن الله قد تعرفت على :

- عناصر خريطة الطيران
- كيفية رسم خريطة الطيران.

**متطلبات الجدارة:**

أن يكون المتدرب قد أتم تدريبه في ما يتعلق بالصور الجوية وكميرات التصوير.

**مستوى الأداء المطلوب:**

أن يصل المتدرب إلى نسبة 70 ٪ في معرفته لحساب ورسم خريطة الطيران.

**الوقت المتوقع للتدريب:**

3 ساعات

## 1-4 حساب عناصر الطيران:

قبل إقلاع الطائرة في مهمة تصويرية لا بد أولا من إنجاز الكثير كي تتوفر عناصر إنجاح هذه المهمة ، وفي مقدمة الأعمال التي يتعين إنجازها قبل مباشرة التقاط الصور الجوية التجسيمية أو حتى قبل إقلاع الطائرة لغايات التصوير نذكر ما يلي :

1 - تحديد مقياس الصور المراد التقاطها :

يعتمد مقياس الصورة على الأغراض المتوخاة من هذه الصور على سبيل المثال هل هي لغايات إنتاج خرائط طبوغرافية ؟ أم لغايات التخطيط العام ؟ أم لغايات سياحية، زراعية ، استكشافية ، عسكرية ...الخ.

2 - اختيار ارتفاع الطيران المناسب :

كي يكون مقياس الصور متجانسا بأكبر قدر ممكن لكل زوج من الصور ، لا بد من الطيران فوق المنطقة وفق مسالك أو خطوط متوازية وعلى ارتفاع مناسب وواحد قدر المستطاع. إن هذا يعتمد على شروط وظروف الطيار والطائرة والعوامل الجوية وتضاريس الأرض المصورة . فإذا كانت المنطقة المراد تصويرها على شكل شريط ضيق أمكن تصويرها وفق خط طيران واحد. وفي حالة اتساع المنطقة فيجري الطيران فوقها وفق عدة مسارات أو خطوط تغطي أطراف بعضها بنسبة (10%) إلى (30%) من عرض المسار (كي نضمن تصوير أطراف المسار وفحصه بشكل مجسم). ومن حيث تحقيق التجانس المناسب في المقياس ، يراعى أن لا تزيد فروق الارتفاعات بين نقاط الصورة الواحدة على (10%) من ارتفاع الطائرة.

يعتمد ارتفاع الطيران المناسب على العوامل التالية:

1 - الغرض من الصور الجوية (طبيعة المشروع ) كأن يكون غرضا زراعيا أو جيولوجيا أو هندسيا ....الخ.

2 - مقياس الخرائط الطبوغرافية المنوي اشتقاقها (صنعها من الصور الجوية) ونذكر هنا أن مقياس الصورة من 3 – 5 مرات ، أصغرها مقياس الخارطة الطبوغرافية.

3 - الفترة الكنتورية ونذكر هنا أنه كلما صغرت الفترة الكنتورية (حالة الأراضي السهلة) كلما تطلب ذلك انخفاض ارتفاع الطيران.

4 - تضاريس المنطقة المصورة.

5 - نوع آلة التصوير من حيث بعدها الأساسي.

6 - نوع الجهاز المستخدم في فحص الصور واشتقاق المعلومات منها.

7 - نوع الطائرة المستعملة في عملية التصوير.

إن الغرض من مخطط الطيران التفصيلي هو توضيح المنطقة المراد تصويرها واتجاهات خطوط الطيران والتباعد بين محطة التقاط الصورة والتي تليها على كل خط طيران وكذلك التباعد بين كل خط طيران والذي يجاوره . إن الغاية الأساسية من مخطط الطيران هو ضمان التقاط الصورة وفق خطوط الطيران المحددة ، وفوق المواقع الصحيحة ولتحقيق هذه الغاية لا بد أن يستند مخطط الطيران إلى خريطة طبوغرافية أساسية ( Base Topographic Map ) تتميز بالدقة والوضوح وتظهر كافة المعالم الصناعية والطبيعية التي تغطي المنطقة المراد تصويرها ، والتي يمكن مشاهدتها من الطائرة أثناء عملية التصوير من خلال كشاف خاص (View Finder) يتركب من عدسة ذات بعد بؤري ثابت توضع في الطائرة بين آلة التصوير الرئيسة والمصور.

إن إظهار مثل هذه المعالم الرئيسة (خطوط الطرق والسكك الحديدية والمباني العالية والهامة ....الخ) على مخطط الطيران يعين الطيار على توجيه طائرته وفق المسار الصحيح ، ويجدر بالذكر هنا أنه في حالات المناطق غير النامية التي تخلو من معالم رئيسة تجري الاستعانة بما هو متوفر من خريطة أو خرائط تصويرية(Photo Maps) و/أو صور جوية بمقياس صغير بالإضافة إلى وضع شواهد (علامات بارزة اصطناعية على الأرض بأبعاد وأنواع طلاء تساعد على رؤيتها من الطائرة) لغايات توجيه الطائرة، عادة يجري التأكد من وجود علامتين أو معلمين على كل خط طيران مقترح ، ويراعى في حالة وجود طرق أو خطوط سكك حديدية أو معالم أخرى بارزة جعل اتجاه الطيران موازيا لمثل هذه المعالم وذلك تسهيلا لمهمة الطيران وفق المسارات الصحيحة والمقترحة على مخطط الطيران. ويجري عادة رسم نموذج(Model) يبين مواقع مراكز الصور المتعاقبة ( النقاط الأساسية) المساحة الصافية (Neat Area) التي تساهم فيها كل صورة (التغطية الفعالة لكل صورة) وذلك على لوحة شفافة (Transparent Sheet) .بوضع هذه اللوحة الشفافة فوق الخريطة الطبوغرافية الأساسية (أو الصورة أو الخريطة التصويرية) المتوفرة وتحريكها وتدويرها في مختلف الاتجاهات فوق منطقة المشروع المراد تصويرها وما حولها وبحيث تراعى التضاريس وشكل هذه المنطقة وأبعاد واتجاه الريح وطبيعة ومواقع المعالم الظاهرة ، ومنه يمكن الوصول إلى الوضع الاقتصادي الأمثل لاتجاه وعدد خطوط الطيران.

ويجدر بالذكر هنا أن خبرة الطيار ومهارته ونوع الطائرة واستقرار الطبقات الهوائية تلعب دورا كبيرا في ذلك ، فإذا استطاع الطيار الطيران وفق خطوط مستقيمة (ما أمكن) وبسرعة ثابتة

عندها ستكون الفترة الزمنية (بين التقاط الصورة والتي تليها) منتظمة وتداخل الصور صحيحا. و من الواضح أن النقاط الأساسية تمثل مواقع التقاط الصور (Exposure Stations) من الجو. أما المساحة الصافية أو التغطية الفعالة (Effective Coverage or Neat Area) فهي تمثل المساحة من الأرض التي ظهرت على صورتين متتاليتين متجاورتين ويمكن فحصها بشكل مجسم. إن أبعاد المستطيل الواحد الممثلة لهذه المساحة الصافية هي (B × W) حيث يرمز الحرف (B) إلى مسافة القاعدة الجوية (Air Base) ، أي المسافة في الجو بين نقطة أساسية (أو محطة التقاط صورة) والتي تليها مباشرة ، وبالنسبة للحرف (W) فيرمز إلى المسافة بين خط طيران والذي يليه. ويمكن اشتقاق قيمة كل من (B) و (W) على النحو التالي:

$$B = D - E$$
$$W = D - S$$

حيث ترمز (D) إلى طول المربع الأرضي الذي تغطيه الصورة الواحدة (بافتراض أن أبعاد الصورة مربعة وأن الأرض منبسطة ) كما ترمز (E) إلى مقدار التداخل الأمامي الأرضي وترمز (S) إلى مقدار التداخل الجانبي الأرضي. ومن المعادلتين السابقتين يمكن حساب النسبة المئوية لكل من التداخل الأمامي (PE) والتداخل الجانبي (PS) على النحو التالي :

$$PE = [(D - B)/D] \times 100$$
$$PS = [(D - W)/D] \times 100$$

مثال(4 -1):

لديك المعطيات التالية:

البعد البؤري لعدسة التصوير: $f = c = 153\ mm$

التداخل الأمامي : $E = 60\ \%$

ارتفاع الطائرة فوق المنسوب الوسطي لسطح الأرض المصورة $Z_{avg} = 2\ km$

أبعاد الصورة $d = 230\ mm$

المطلوب حساب مسافة القاعدة الجوية (B) ؟

الحــــل :

مسافة القاعدة الجوية (B)، أو المسافة بين موقع التقاط صورة معينة وموقع التقاط الصورة التي تليها تساوي:

$$B = D - E$$

ولحساب كل من (D) و (E) على الأرض ، لا بد أولا من حساب مقياس الصورة الوسط( $S_{avg}$) :

$S_{avg} = c / Z_{avg} = 153mm / 2000\ m$

$D = (230mm) \times (2000\ m / 153\ mm) = 3007\ m$

$E = (60/100) \times (230mm) \times (2000\ m / 153\ mm) = 1804\ m$

$B = D - E = 3007\ m - 1804\ m = 1203\ m$

مثال(4 -2):

لديك المعلومات التالية :

معدل مقياس الصورة : $S_{avg} = 1 : 5000$

مسافة القاعدة الجوية : $B = 500\ m$

أبعاد الصورة : $d = 230\ mm$

المطلوب حساب النسبة المئوية للتداخل الأمامي (PE).

الحــــل:

$PE = [(D - B) / D] \times 100$

$D = d \times (1 / S_{avg})$

$D = (230\ mm) \times (5000) = 1150\ m$

وعليه :

$PE = [(1150-500)/1150] \times 100 = 56.5\ \%$

مثال(4 -3):

بافتراض أن لديك المعطيات نفسها الواردة في المثال(4 -2) ، وبمعرفة أن المسافة بين خط الطيران والذي يلية يساوي 900 m ، فما هو مقدار النسبة المئوية للتداخل الجانبي (PS)؟

الحــــل :

$PS = [(D - W)/D] \times 100$

$PS = [(1150-900) / 1150 ] \times 100$

$PS = 21.7\ \%$

ملحوظة : كي يمكن فحص كامل المنطقة المراد تصويرها بشكل مجسم ولكي لا تبقى أجزاء غير مصورة ضمن هذه المنطقة ( نتيجة خطأ في عملية الطيران وغيرها ) ، فإنه يتوجب أن لا تقتصر عملية التصوير على حدود المشروع ، وإنما يجب تغطية مساحة محدودة حول كامل هذا المشروع.
عادة يجري التقاط صورة أو اثنتين قبل بداية وبعد نهاية كل خط طيران . وبالنسبة لعدد خطوط الطيران فإنه يجري زيادتها بشكل يضمن تغطية المنطقة بكاملها بالإضافة إلى شريط بعرض كاف على كامل محيطها كما سنوضح في المثال التالي:

مثال( 4 -4) :
يراد تغطية منطقة بصور جوية وفق المعطيات التالية :

- ارتفاع الطيران فوق متوسط منسوب سطح الأرض: $Z_{avg} = 1530$ m
- البعد البؤري لعدسة آلة التصوير : $f = 153$ mm
- أبعاد الصورة : $d \times d = 230 \times 230$ mm
- النسبة المئوية للتداخل الأمامي: $PE = 60\ \%$
- النسبة المئوية للتداخل الجانبي: $PS = 25\ \%$

المطلوب :

أ - حساب المسافة الأرضية المشمولة في صورة جوية واحدة مقدرة بالكيلومتر المربع.
ب - حساب المساحة الأرضية الصافية التجسيمية التي تساهم فيها كل صورة مقدرة بالكيلومتر المربع.

الحل :

أ - لنجد أولا المقياس (S) بمعرفة البعد البؤري (c) وارتفاع الطائرة ($Z_{avg}$) فوق المستوى الوسطي لسطح الأرض المصورة :

$S = c / Z_{avg} = 153mm/1530m = 1/10000$

أبعاد الصورة $230 \times 230$ mm وتعادل على الأرض :

$(230\ mm \times 10000)\ (\ 230\ mm \times 10000\ ) = 5.29$ sq.km

ب - مقدار القاعدة الجوية على الصورة (b) يساوي:

$$B = d - e = 230\ mm - 60 \times (230\ mm / 100) = 92\ mm$$

حيث تمثل (d) بعد الصورة كما تمثل (e) مقدار التداخل الأمامي على الصورة. أما مقدار التباعد بين خط طيران والذي يليه (w) فيساوي على الصورة المقدار :

$$W = d - s = 230mm - 25(230mm/100) = 172.5\ mm$$

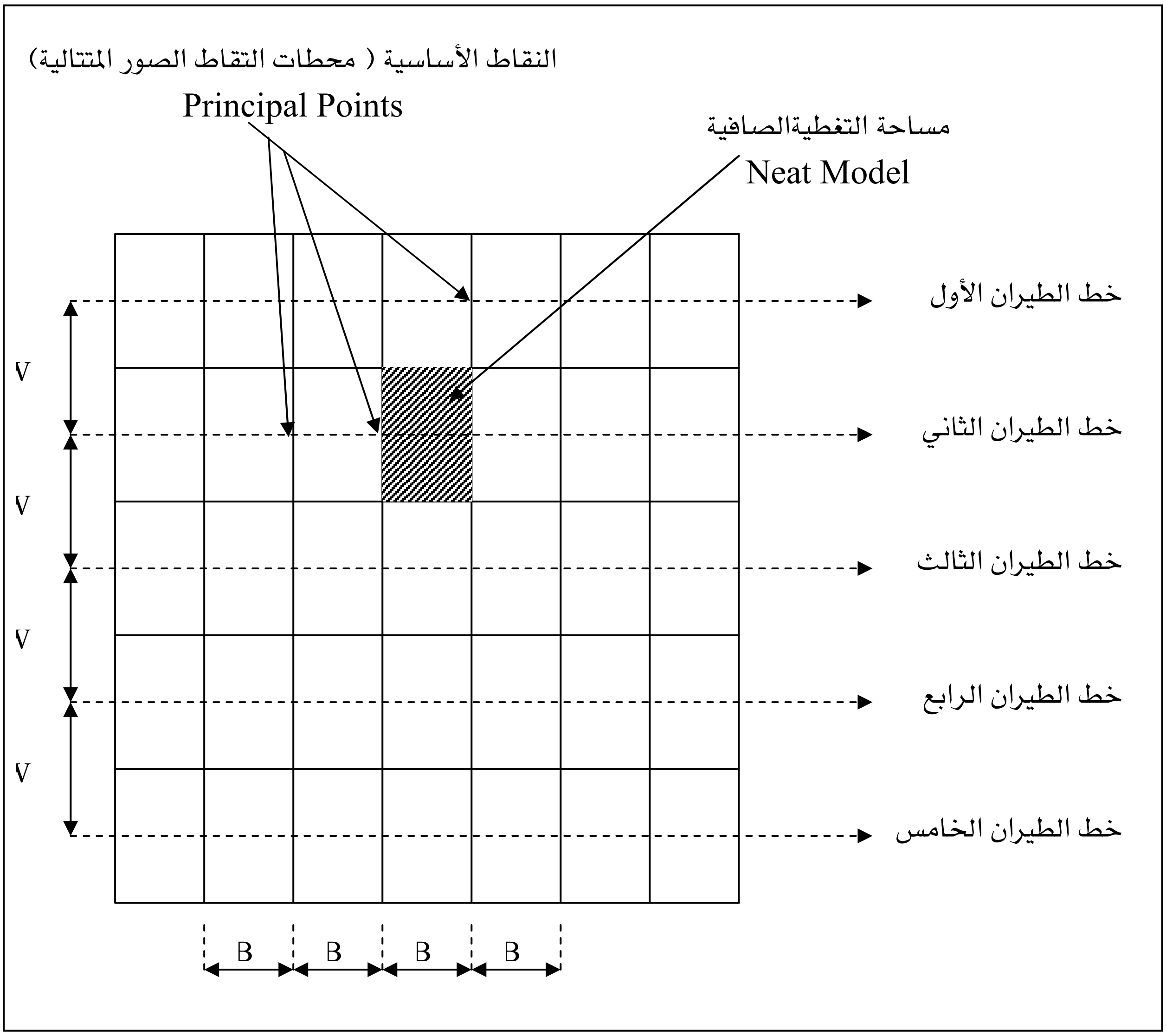
وبالتالي يكون مقدار المساحة الأرضية الصافية على الصورة (b × w) يساوي :

$$B \times w = 92\ mm \times 172.5\ mm$$

وعليه فإن مقدار المساحة الأرضية الصافية التجسيمية ($A_N$) يساوي :

$$A_N = B \times W = b\ (10000) \times w\ (10000)$$
$$A_N = B \times W = 92mm\ (10000) \times 172.5mm(10000)$$
$$A_N = 1.587\ sq.km$$

## 2-4 رسم خريطة الطيران:




شكل (4 -1 ) : شكل يبين وضع عناصر خريطة الطيران.

مثال( 4 -5) :

يراد التقاط صورة رأسية لمنطقة مشروع مستطيلة الشكل أبعادها (6 × 4.5 km) لغايات عمل خريطة طبوغرافية . احسب عدد الصور اللازمة لكامل المنطقة ، ومقدار الفترة الزمنية بين التقاط الصور مع رسم كروكي خريطة طيران للنتائج وذلك ضمن المعطيات التالية:

- معدل منسوب أرض المشروع : 250 m
- معدل المقياس : 1:10000
- البعد البؤري : c = f = 153 mm

- ابعاد الصورة : $d \times d = 230 \times 230$ mm
- النسبة المئوية للتداخل الامامي: PE = 60 %
- النسبة المئوية للتداخل الجانبي: PS = 20 %
- اتجاه خط الطيران أثناء التصوير باتجاه البعد الأكبر للمنطقة.
- سرعة الطائرة : 150 km / hr

الحـل :

أ - عدد الصور اللازمة :

لنجد أولا عدد الصور اللازمة لكل خط طيران واحد ($N_p$) وذلك على الشكل التالي:

الطول باتجاه خط الطيران الذي تغطيه الصورة الواحدة يساوي:

[230 mm (10000)] / 1000 = 2.3 km

أما التغطية الفعالة الأمامية التي تساهم فيها كل صورة فتساوي:

$(100\ \% - 60\%) \times 2.3\ km = 0.92\ km$

وعليه :

$N_p = (6\ km / 0.92) = 6.5$

وعمليا نضيف صورتين (أو أربع صور ) لكل خط طيران فيكون عدد الصور اللازمة لكل خط طيران يساوي : $6.5 + 2 = 8.5$

وهذا يعني ( 9 ) صور جوية:

أما عدد الأشرطة (Strips) أو عدد خطوط الطيران ($N_s$) فيمكن حسابها على الشكل التالي :

مقدار التغطية الفعالة الجانبية التي تساهم فيها كل صورة :

$(100\ \% - 20\ \%) \times 2.3\ km = 1.84\ km$

وعليه فإن عدد خطوط الطيران يساوي :

$N_s = (4.5\ km / 1.84\ ) = 2.4$

ويدور هذا الرقم إلى (3) وبالتالي فإن العدد الفعلي لخطوط الطيران هو (3) ولو كان مقدار الرقم العشري في قيمة ($N_s$) أكبر من (0.5)لاستوجب الأمر تدوير الرقم ثم زيادته بمقدار (1) ليصبح (4) بدلا من (3) .

وعليه يصبح المطلوب ثلاثة خطوط طيران عدد صور كل منها (9) صور ، وبالتالي يكون مجموع الصور لكامل منطقة المشروع (وبما يسمح بالفحص التجسيمي لها) يساوي (9×3) أي سبعا وعشرين صورة .

ب - مقدار الفترة الزمنية (t) بين التقاط صورة والتي تليها:

لنحسب أولا مقدار المسافة (B) بين محطة التقاط صورة والتي تليها على الشكل التالي:

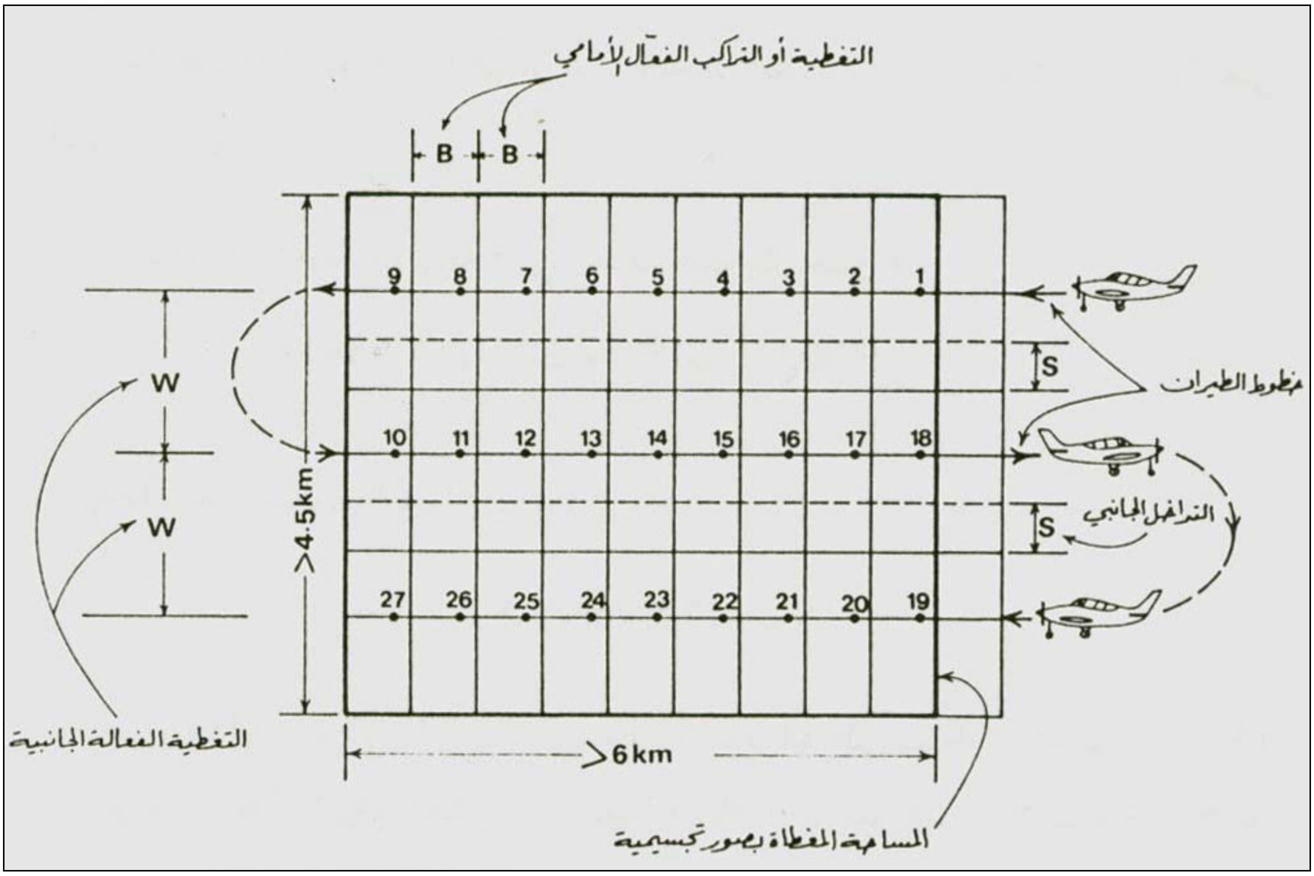
$(100\ \% - 60\ \%) \times (230\ mm) \times (10000) / 1000 = 920\ m$

وحيث إن السرعة (V) تساوي 150 km/hr ، أي :

$V = (150 \times 1000\ m) / (3600) sec. = 41.67\ m/sec$

وعليه:

$t = B / V = (920m) / (41.67\ m/sec) = 22.08\ sec$




شكل(4 -2): خريطة طيران مثال (4 -5).

مثال( 4 -6) :

احسب العناصر الأساسية وارسم الكروكيات اللازمة لتحضير خريطة طيران لمنطقة أبعادها 15×2.5 km ضمن المعطيات التالية:

- متوسط ارتفاعات نقاط سطح الأرض (المراد تصويرها ) فوق المنسوب الوسطي لسطح البحر $h_{avg}$=500 m .
- البعد الأساسي لعدسة التصوير c=153mm.
- ابعاد الصورة d×d = 230 × 230 mm.
- النسبة المئوية للتداخل الأمامي PE = 60% .
- النسبة المئوية للتداخل الجانبي PS = 25% .
- معدل المقياس المطلوب للصور $S_{avg}$ = 1:12000 .

الحـــل :

1 - معدل ارتفاع الطيران فوق المنسوب الوسطي لسطح البحر (H):

$S_{avg} = c/(H-h_{avg})$
$1/1200 = 153mm / (H-500m)$
$H=500m + 1836m = 2336m$

2 - المسافة بين موقع التقاط صورة وموقع التي تليها ( أي مقدار القاعدة الجوية B):

$B = [\ d - PE(d)\ ] \times (1/S_{avg})$
$B = [\ 230mm - (60/100)\ (230mm)\ ] \times (1200)$
$B = 1.104\ km$

3 - عددالصور اللازمة لكل خط طيران واحد ($N_p$):

$N_p = 25/1.104 = 23$

وبإضافة صورتين عند البداية وصورتين عند النهاية في كل خط طيران يصبح العدد الفعلي لكل خط طيران مساويا :

$N_p = 23 + 2 + 2 = 27$

4 - عدد خطوط الطيران($N_s$) :

لنحسب أولا المسافة بين كل خط طيران والذي يليه (W):

$W = D - PS\ (D) = D - 0.25\ D = 0.75\ D$
$D = (0.75) \times (230mm) \times (12000) = 2070m$

وعليه يكون عدد خطوط الطيران($N_s$):

$N_s = 15/2.07 = 7.25$

وعمليا يجري تدوير هذا الرقم إلى أقرب رقم صحيح أي :

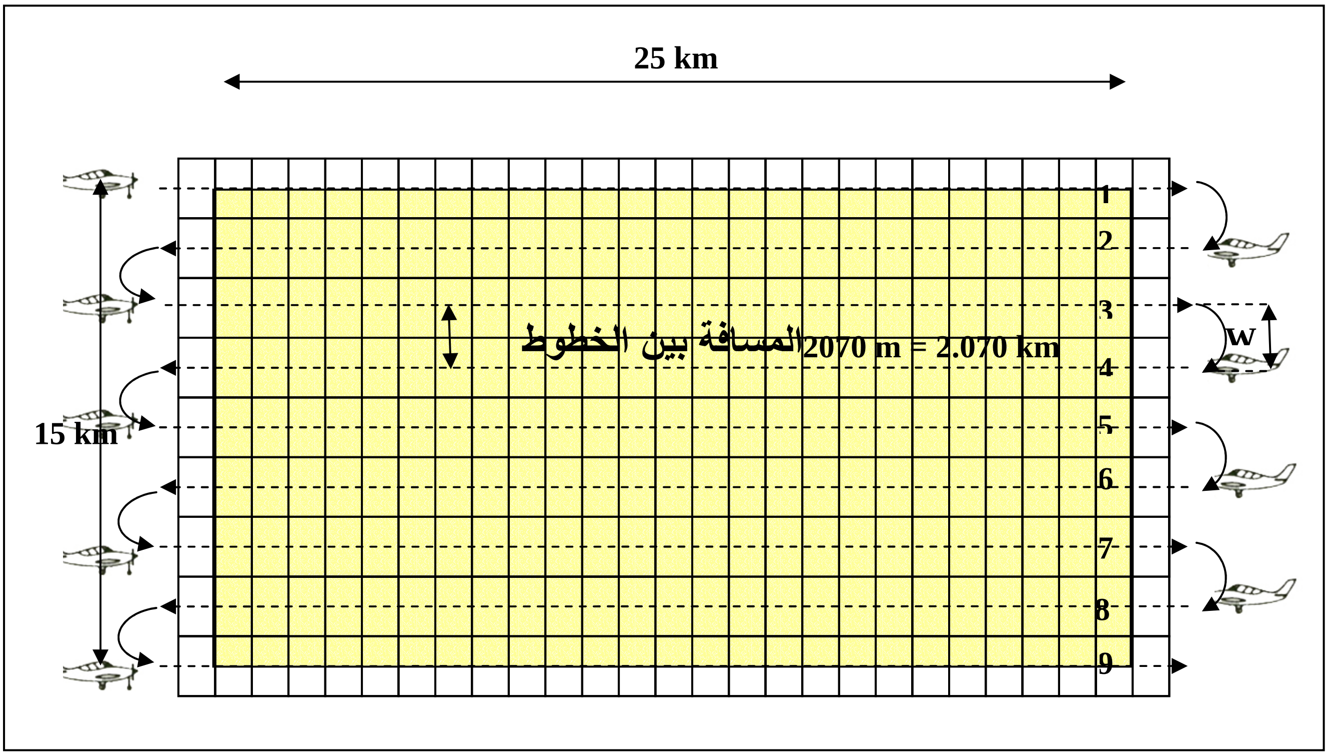
$N_s = 8$

ولضمان تحقيق الرؤية المجسمة للأجزاء الطرفية يفضل أن نضيف (1) إلى القيمة السابقة ليصبح عدد خطوط الطيران : ( $N_s = 9$ ).

5 - عدد الصور اللازمة لكامل المنطقة ( $N_{p\ total}$ ):

$N_{p\ total} = N_p \times N_s = (27) \times (9) = 243$ photos

6 - فيما يلي رسم توضيحي ( كروكي ) لكل من العناصر الرئيسة لخريطة الطيران (مخطط الطيران المطلوب.




شكل(4 -3): خريطة طيران مثال (4 -6).

# تمارين على الوحدة الرابعة

- ما هي الأعمال التي يتعين إنجازها قبل مباشرة التقاط الصور الجوية التجسيمية أو حتى قبل إقلاع الطائرة لغايات التصوير ؟

- لديك المعطيات التالية:

البعد البؤري لعدسة التصوير: $f = c = 153$ mm

التداخل الأمامي : $E = 60$ %

ارتفاع الطائرة فوق المنسوب الوسطي لسطح الأرض المصورة $Z_{avg} = 2$ km

أبعاد الصورة $d = 230$ mm

المطلوب حساب مسافة القاعدة الجوية (B) ؟

- احسب العناصر الأساسية وارسم الكروكيات اللازمة لتحضير خريطة طيران لمنطقة أبعادها $3.5 \times 12$ km ضمن المعطيات التالية:

- متوسط ارتفاعات نقاط سطح الأرض (المراد تصويرها ) فوق المنسوب الوسطي لسطح البحر $h_{avg}$=550 m.
- البعد الأساسي لعدسة التصوير c=153mm.
- ابعاد الصورة $d \times d = 230 \times 230$ mm.
- النسبة المئوية للتداخل الأمامي $PE = 60\%$ .
- النسبة المئوية للتداخل الجانبي $PS = 25\%$ .
- معدل المقياس المطلوب للصور $S_{avg} = 1:12000$

# المساحة التصويرية - 1

## أهمية أجهزة المساحة التصويرية





# الوحدة الخامسة : أهمية أجهزة المساحة التصويرية

**الجدارة**:

أن يتعرف المتدرب على أجهزة المساحة التصويرية.

**الأهداف**:

بنهاية هذه الوحدة تكون بإذن الله قد تعرفت على

- طريقة عمل أجهزة المساحة التصويرية الجوية.
- تركيب أجهزة المساحة التصويرية الجوية.
- أجهزة الاستريوسكوب.
- أجهزة المساحة التصويرية الميكانيكية.
- أجهزة المساحة التصويرية التحليلية.

**متطلبات الجدارة:**

أن يكون المتدرب قد أتم تدريبه في ما يتعلق بالصور الجوية وكميرات التصوير.

**مستوى الأداء المطلوب:**

أن يصل المتدرب إلى نسبة 70 ٪ في معرفته لأجهزة المساحة التصويرية.

**الوقت المتوقع للتدريب:**

15 ساعات

## 1-5 أهمية أجهزة المساحة التصويرية :

قبل الكلام عن أجهزة المساحة التصويرية يجب علينا أولا أن نعرف ما الفائدة من هذه الأجهزة وما هي أهميتها. إن هذه الأجهزة تعتمد جميعها على الرؤية المجسمة، فالإبصار المجسم يعني قدرة الإنسان على رؤية الأشياء بأبعادها الثلاث ، البعد الأفقي والعمق المتعامد مع البعد الأفقي ، والارتفاع . وبمساعدة هذه الأجهزة يمكن لنا أن نشاهد الصور الجوية ( منطقة التداخل ) بشكل مجسم ، وتمكننا من عمل القياسات المختلفة لكافة المعالم الموجودة ضمن حدود منطقة التداخل.

هل يمكن للإنسان أن يرى التجسيم بعين واحدة ؟

يستطيع الإنسان أن يرى بعين واحدة البعدين الأفقي والارتفاع أما البعد الثالث فلا يستطيع الإنسان تقديره إلا بعينين اثنتين ، فبالإضافة إلى حسن الخلق الذي وهبنا الله والحكمة في جعلنا بعينين اثنتين ، هناك القاعدة العلمية التي لا يمكن بدونها المقدرة على الإبصار والرؤية المجسمة . فالإنسان لا يمكنه أن يرى الأشياء مجسمة بعين واحدة ، ولتقريب ذلك سنجري هذه التجربة : خذ قلما ذا غطاء ، ثم انزع الغطاء منه وحاول إعادته بسرعة ستجد أن العملية سهلة ، أما إذا أجريت هذه العملية وأنت مغمض إحدى عينيك فستجد أن العملية قد أصبحت صعبة وستستغرق وقتا لتتكيف معها . ويمكن للإنسان تقدير قرب الأشياء وبعدها عن بعضها البعض وعنه بعين واحدة من خلال العوامل التالية:

1) الموقع النسبي للأشياء بالنسبة للموقع العام.
2) الحجم النسبي للأشياء.
3) زاوية سقوط الضوء على الأجسام.
4) الظلال .

## 2-5 الرؤية المجسمة من الصور الجوية :

يمكن للإنسان أن يرى التجسيم في الصور الجوية إذا كانت هذه الصور ملتقطة من آلتيْ تصوير من موقعين متشابهين هندسيا مع موضع العينين ، وبذلك تكون الصورتان مختلفتين قليلا. وعند رؤية الصورة اليمنى بالعين اليمنى فقط والصورة الشمال بالعين الشمال فقط يتكون نموذج ضوئي مجسم للمنطقة المتداخلة بين الصورتين، ولكي نستطيع أن نرى منطقة مشتركة بين صورتين جويتين بشكل مجسم واضح ومريح للعين ، يجب أن تنطبق على الصورتين الشروط التالية:

1) أن يكون للصورتين نفس المستوى الرأسي تقريبا.
2) أن تكون الصورتان لهما نفس المقياس تقريبا.

3) أن تكون النسبة بين خط القاعدة الجوي (المسافة بين محطتي التقاط الصورتين ) إلى ارتفاع الطيران ضمن المجال (0.02 – 2.00).

طريقة الإبصار المجسم من الصور الجوية

لكي تستطيع كل عين رؤية الصورة الخاصة بها يمكن اتباع الطرق الرئيسة التالية:

1) تقاطع محاور العين. 2) تقابل محاور العين. 3) توازي محاور العين.

1) طريقة تقاطع محاور العين

تحدث هذه الطريقة عندما ننظر للصورة اليمنى بالعين اليسرى والصورة اليسرى بالعين اليمنى ، فيتكون من تقاطع الأشعة منظر مجسم على مسافة أقرب من مسافة الصورتين، وهذه الطريقة صعبة وغير عملية.

2) طريقة تلاقي محاور العين

في هذه الطريقة تطبع الصورتان أو تسقط أو تعرض على شاشة الحاسب في نفس الموضع ، ولعمل هذه الطريقة بحيث ترى كل عين الصورة الخاصة بها فقط فإن هناك عدة طرق يعتمد أكثرها على خصائص الضوء والألوان. ومن أبرز الطرق المستخدمة في المساحة التصويرية الطرق التالية:

أ) الألوان المتكاملة (الانجليف)

في هذه الطريقة تطبع أو تسقط أو تعرض الصورتان بلونين متكاملين ، واللونان المتكاملان هما اللذان يعطيان في مجموعهم اللون الأسود المتعادل مثل الأحمر والأزرق أو الأخضر والأحمر ، فلو طبعت الصورة اليمنى بلون أحمر والصورة اليسرى باللون الأزرق في موضع واحد ، فإنه يمكن مشاهدة صورة مجسمة من الصورتين باستخدام نظارة زرقاء للعين المقابلة للصورة اليمنى وحمراء للعين المقابلة للصورة اليسرى. حيث إن كل نظارة تمتص اللون المماثل لها فلا يرى من خلالها واللون الآخر يرى بلون أسود متعادل وبذلك يتحقق شرط أن كل عين لا ترى إلا الصورة الخاصة بها ، وبذلك تتكون صورة خيالية مجسمة.

ب) استقطاب الضوء

في هذه الطريقة تعرض الصورتان في موضع واحد باستقطابين مختلفين أحدهما عمودي والآخر أفقي باستخدام نظارة باستقطاب معاكس للصور يمكن رؤية الصورة مجسمة.

ج) الرؤية المتبادلة

في هذه الطريقة يتم عرض الصورتين بتبادل زمني سريع جدا وباستخدام نظارة تتم الرؤية بها بطريقة تبادلية سريعة بحيث تتوافق زمنيا النظارة اليمنى مع الصورة اليمنى ، والنظارة اليسرى مع الصورة اليسرى.

3) طريقة توازي محاور العين

في هذه الطريقة توضع الصورتان على مسافة الأبصار الواضح (25 cm) ، وبالنظر إليهما على أساس أنهما جسم في اللانهاية يتوازى محورا العين فترى كل عين الصورة الخاصة بها فتتكون صورة مجسمة موقعها أبعد من الصورتين عن عين المشاهد.

إنه للاستفادة من الصور الجوية والحصول على الرؤية المجسمة اخترعت تقنيات كثيرة وأجهزة تعمل اعتمادا على إحدى هاتين الطريقتين ، تقاطع محوري النظر باستخدام الألوان المتكاملة، والضوء المستقطب ، والرؤية التبادلية وكان ذلك من خلال أجهزة الإسقاط الضوئي وشاشات العرض الإلكترونية ، أو اعتمادا على طريقة توازي محوري النظر عن طريق استخدام البصريات الضوئية مثل المرايا والعدسات والمواشير لتنقل الصورة إلى العين الخاصة بها دون أن تتأثر بها العين الأخرى وتسمى هذه الأجهزة بالاستريو سكوب .

## 3-5 أجهزة الاستريوسكوب:

إن فكرة عمل الاستريو سكوب تعتمد على نقل كل صورة إلى العين الخاصة بها عن طريق استخدام عدسات محدبة توضع الصورة في بؤرتها وبذلك تكون الأشعة الصادرة من الصورة متوازية فترى كل عين الصورة الخاصة بها.

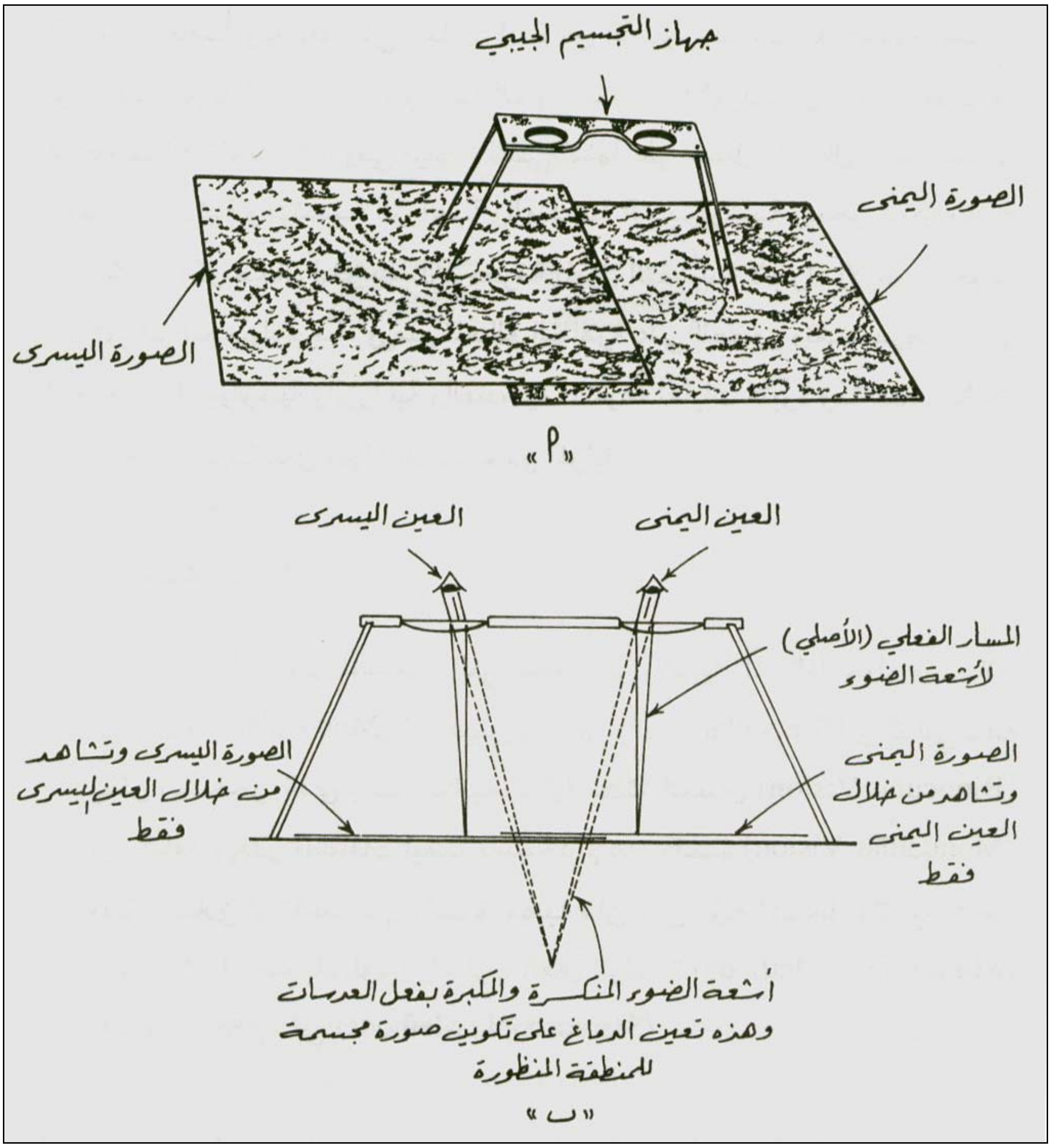
### أنواع أجهزة الاستريوسكوب:

يتم تصنيف أجهزة الاستريوسكوب بناء على مقاس الصور التي يمكن استخدامه معها الى:

1) استريوسكوب جيبي (للصور الصغيرة)  2) استريوسكوب للصور الكبيرة

### 1) جهاز الاستريوسكوب الجيبي

وهو عبارة عن جهاز يستخدم لغرض مشاهدة الرؤية المجسمة ،وهو صغير الحجم لدرجة أنه يمكن أن يطوى ويوضع بالجيب انظر الشكل (5 -1).

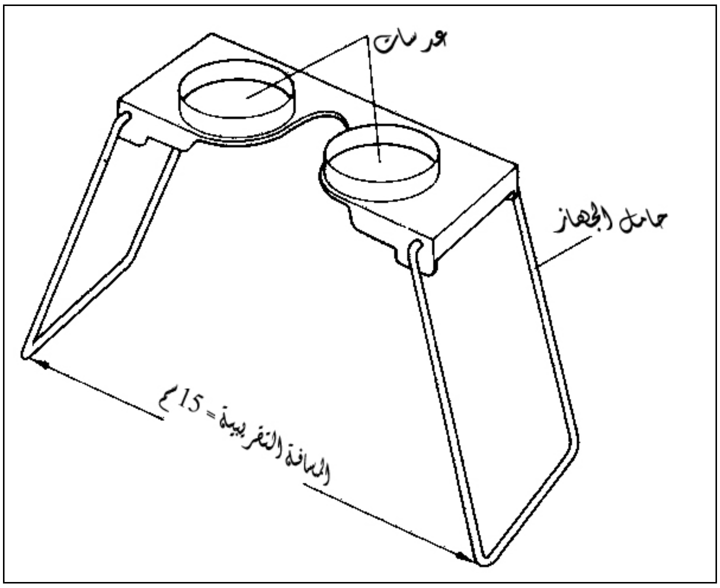



شكل (5 -1 ) : الاستريوسكوب الجيبي

وهنالك نوعان من جهاز الاستريوسكوب الجيبي :

أ) استريوسكوب جيبي ذو عدسات

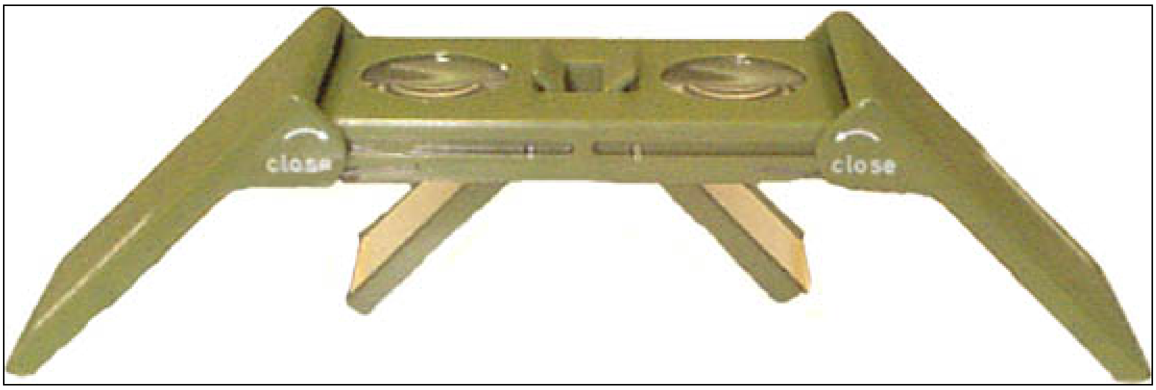
وهو تطبيق مباشر لفكرة الاستريوسكوب ، حيث يتكون من عدستين صغيرتين محدبتين مثبتتين في إطار معدني على مسافة تساوي متوسط قاعدة الإبصار عند الإنسان انظر الشكل (5 -2) .




شكل (5 -2 ) : الاستريوسكوب الجيبي

ب) استريوسكوب جيبي ذو عدسات ومرايا

يعمل بنفس مبدأ الاستريوسكوب ذي العدسات إلا أن الصورة تنتقل عن طريق مجموعة من المرايا، والهدف من ذلك زيادة مقاس الصور التي يمكن العمل عليها باستخدامه انظر الشكل ( 5 -3 ).




شكل (5 – 3) الاستريوسكوب الجيبي ذو المرايا.

عيوب الاستريوسكوب الجيبي

- لا يصلح للصور الجوية الكبيرة الشائعة لأن المسافة بين النقاط المتناظرة في هذا الجهاز أقل من المسافة بين النقاط المتناظرة على الصورة.
- قوة التكبير لعدساته محدودة لا تتجاوز 2.5 مرة.

**2)** استريوسكوب للصور الكبيرة

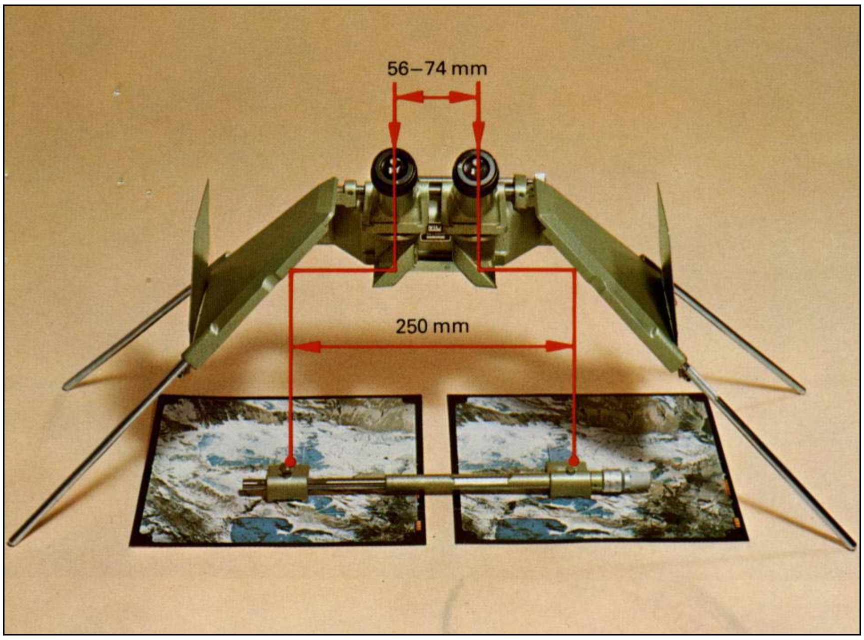
في هذا النوع يمكن العمل مع الصور الكبيرة عن طريق استخدام مجموعة من المرايا أوالمواشير لتحويل المسافة بين النقاط المتناظرة للصور الكبيرة إلى ما يناسب القاعدة العينية للمشاهد ، وفي هذا النوع تمت إضافة عدسات مكبرة ، كما يوجد على عدة أشكال أهمها:

أ) الاستريوسكوب ذو المرايا

ب) الاستريوسكوب الزووم

أ) الاستريوسكوب ذو المرايا **Mirror Stereoscope**:

في هذا الجهاز تم استخدام سطوح عاكسة من المرايا أو المواشير لزيادة المسافة بين الصورتين عند تثبيتهما تحت الجهاز مما يسمح لنا بزيادة مجال الرؤية فترى مساحة أكبر من منطقة التداخل بين الصورتين والتي سنراها مجسمة باستخدام هذا الجهاز وأيضا مكبرة بنسبة 3.5 مرة انظر الشكل (5 -4).




شكل (5 -4 ) : الاستريوسكوب ذو المرايا

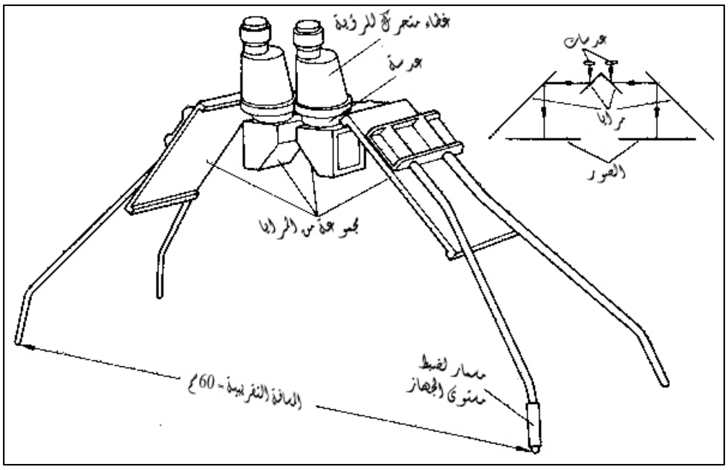
يتكون الاستريوسكوب ذو المرايا من الأجزاء الرئيسة التالية:

1) عدستان مكبرتان بينهما مسافة يمكن تغييرها لتلائم القاعدة العينية لمستخدم الجهاز.

2) مرآتان خارجيتان كبيرتان مثبتتان في هيكل الجهاز.

3) مرآتان صغيرتان داخليتان وأحيانا يستبدلان بموشورين.

ولمعرفة تركيب الاستريوسكوب ذي المرايا انظر الشكل (5 -5) .

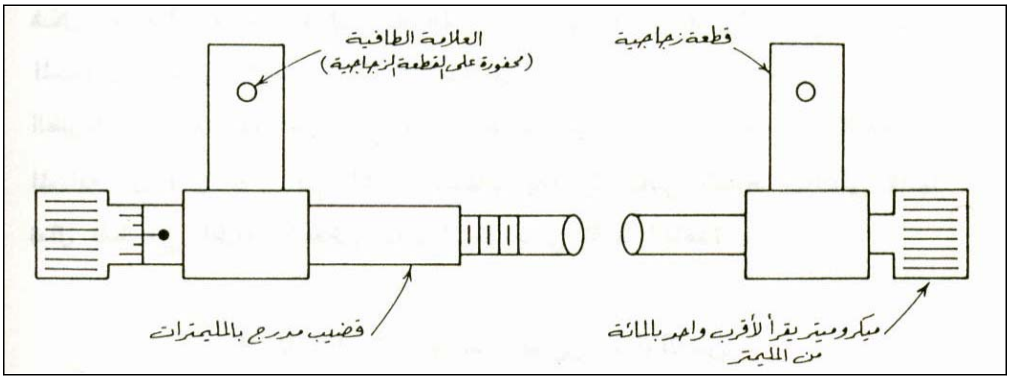



شكل (5 -5): تركيب الاستريوسكوب ذي المرايا

كما يضاف للاستريوسكوب بعض الملحقات لزيادة كفاءته وأيضا لزيادة مدى استخدامه وهذه الملحقات هي :

1) منظار ذو عدستين للتكبير بنسبة تصل إلى 8 مرات.

2) الاستريومتر وهو ما يعرف بذراع البارلاكس ويستخدم في أخذ القياسات من على الصور انظر الشكل (5 -6) .




شكل(5 -6) : ذراع البارلاكس المستخدم في أخذ القياسات من الصور الجوية

ب) الاستريوسكوب الزووم:

يعتبر الاستريوسكوب الزووم مرحلة أكثر تقدما من الاستريوسكوب ذي المرايا أو ذي المواشير ، ويختلف هذا الجهاز عن الاستريوسكوب ذي المرايا بشكل واضح في أن فحص الصور في الاستريوسكوب ذي المرايا يتم بتحريك الاستريوسكوب كاملا ، أما في الاستريوسكوب الزووم فإن الجهاز مزود بمنضدة توضع عليها الصور وتتحرك في الاتجاهين x وy ، كما يوجد حامل لذراع البارلاكس، ويمكن استخدام هذا الجهاز في التكبير إلى 15.5 مرة ، كما يمكن تركيب

وحدة رؤية إضافية . كما يمكن باستخدام هذا الجهاز رسم خرائط تقريبية بطريقة التتبع،وتوجد أنواع من هذه الأجهزة مرتبطة بالحاسب الآلي لاستخدامها في رسم الخرائط التقريبية انظر الشكل (5 -7) .



شكل (5 -7) : الاستريوسكوب الزووم

**خطوات ضبط وتوجيه الصور للحصول على الرؤية المجسمة باستخدام الاستريوسكوب:**

1) من أرقام الصورتين نحدد الصورة اليمنى والصورة اليسرى .

2) تحديد اتجاه الصورتين من الشكل العام للمنطقة بحيث تكون منطقة التداخل في الجهة المتقابلة بين الصورتين ، وكذلك يمكن تحديد الوضع الصحيح للصور من خلال ملاحظة المنطقة الموجود فيها مركز الصورة اليسرى في الصورة اليمنى والعكس، ووضع الصور بحيث تكون المراكز وصورها على استقامة واحدة .

3) تحديد مركزي الصورتين (N1,N2) من خلال التوصيل بين علامات إطار الصورة الجانبية أو الزوايا ، ثم تحديد المكان التقريبي لمركز كل صورة على الصورة الأخرى بدائرة صغيرة ، مع ملاحظة أن الوضع يكون عندما تكون الدائرتان والتقاطعان على خط واحد.

4) وضع الصورتين تحت جهاز الاستريوسكوب والنظر من خلال جهاز الاستريوسكوب بتثبيت الصورة اليسرى وتحريك الصورة اليمنى بحيث نرى مركز الصورة اليسرى في الدائرة الموجودة في الصورة اليمنى ونستمر بالتحريك بحيث لا يخرج المركز من الدائرة حتى نرى أوضح منظر مجسم للمنطقة المجاورة وعندها نحدد المكان الدقيق للتقاطع داخل الدائرة ، ونكرر العمل مع التقاطع في الصورة اليمنى والدوائر في الصورة اليسرى.

5) قياس متوسط خط القاعدة الجوي بمقياس الصورة ($B_m$)

نحتاج في بعض الحسابات قيمة خط القاعدة الجوي بين الصورتين بمقياس الصورة حيث إنه يعادل متوسط المسافة بين مركز الصورة اليسرى وصورة مركز الصورة اليمنى على الصورة اليسرى(N1N2') والمسافة بين مركز الصورة اليمنى وصورة مركز الصورة اليسرى على الصورة اليمنى(N2N1').

$$B_m = ( N1N2' + N2N1' ) / 2$$

حيث :

$B_m$ : متوسط طول خط القاعدة الجوي على الصورتين.

N1N2' : المسافة بين مركز الصورة اليسرى وصورة مركز الصورة اليمنى على الصورة اليسرى.

N2N1' : المسافة بين مركز الصورة اليمنى وصورة مركز الصورة اليسرى على الصورة اليمنى.

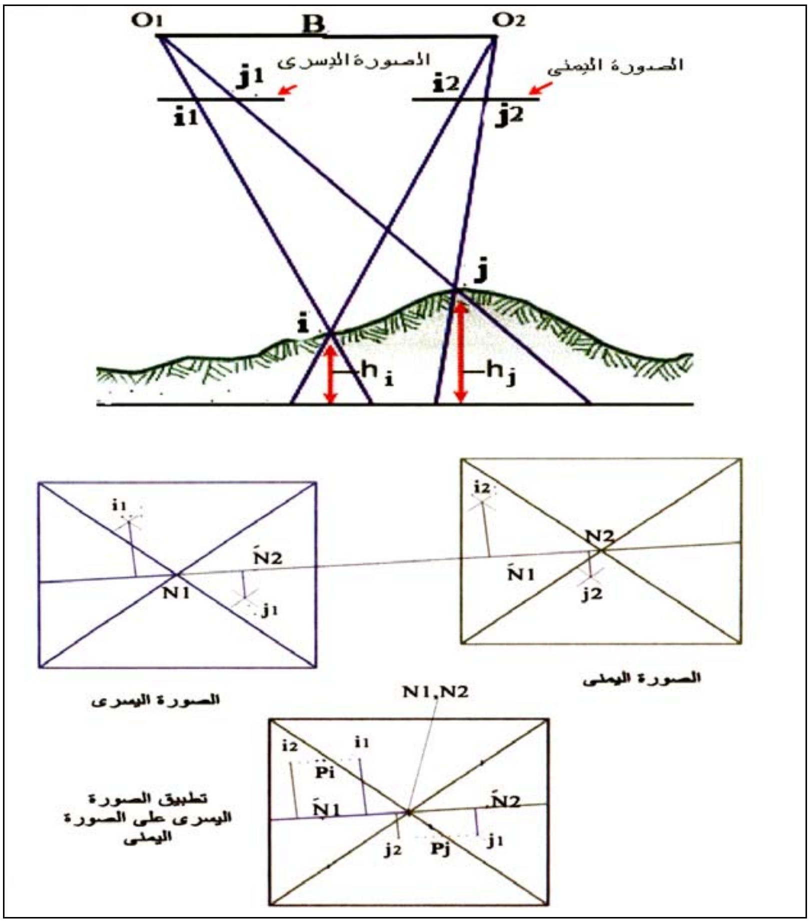
6) رسم خط الطيران لكل صورة على حدة بحيث يمر بمركز الصورة وصورة مركز الصورة الأخرى والمتمثل بالنقطة التي تم تحديدها داخل الدائرة.

7) تثبيت الصورة اليسرى بحيث ينطبق خط الطيران فيها على خط مستقيم يرسم على طاولة العمل ووضع الجهاز بحيث يكون محور الجهاز متوازياً مع الخط المرسوم على الطاولة ويمكن التحقق من ذلك عند الرؤية بجهاز الاستريوسكوب بأن لا نرى إلا خطا واحدا فقط ، ثم تحريك الصورة مع بقاء خط الطيران المرسوم عليها منطبقا مع خط الطيران المرسوم على الطاولة ونستمر حتى نرى أوضح منظر مجسم وعندها يتم تثبيت الصورتين والعمل عليها.

### الابتعاد الاستريوسكوبي – الابتعاد المطلق Stereoscopic Parallax

إذا التقطت صورتان لمنطقة ما من محطتين مختلفتين للطائرة وبشكل متتال ، حيث المسافة بين محطتي التقاط الصورتين $O_1$ و$O_2$ تسمى خط القاعدة الجوي B. لاحظ أن النقطة i على الطبيعة قد ظهرت على الصورة اليسرى في الموقع $i_1$ وعلى الصورة اليمنى في الموقع $i_2$ ، والنقطة j على الطبيعة قد ظهرت على الصورة اليسرى في الموقع $j_1$ وعلى الصورة اليمنى في الموقع $j_2$ ، ونتيجة لاختلاف موقع آلة التصوير فإنه عند تطبيق الصورتين على بعضهما بحيث تنطبق نقطة النظير في الصورة اليمنى مع نقطة النظير في الصورة اليسرى وخط الطيران في الصورة اليمنى مع خط الطيران في الصورة اليسرى، فإن $i_1$ لن تنطبق

على النقطة $i_2$ والمسافة بينهما تسمى الابتعاد الاستريوسكوبي لنقطة $i$ ،ويرمز لها بالرمز $P_i$ وهي التي تمكننا من الرؤية بشكل مجسم ويجب أن يكون الخط الواصل بين النقطتين موازيا لخط الطيران أي أن $i_1$ و $i_2$ تبعدان نفس المسافة العمودية عن خط الطيران وإذا لم يتحقق ذلك فإن الفرق بينهما يسمى الابتعاد الصادي ولا يمكن حصول الرؤية المجسمة بوجوده، ونفس الشيء يحدث بالنسبة لـ $j_1$ و$j_2$ ، وتسمى المسافة بين النقطتين بالابتعاد الاستريوسكوبي لنقطة $j$ ويرمز لها بالرمز $Pj$ الابتعاد الاستريوسكوبي بين النقطتين باختلاف المنسوب حيث إن الابتعاد الاستريوسكوبي يتناسب طرديا مع المنسوب ، والابتعاد الاستريوسكوبي هو القياس الذي نستطيع عمله على الرؤية المجسمة باستخدام الاستريوسكوب ومن خلاله نستطيع حساب المناسيب والإحداثيات الأفقية للنقاط انظر الشكل(5 -8).




شكل(5 -8): مفهوم الابتعاد الاستريوسكوبي

**فرق الابتعاد الاستريوسكوبي**

الفرق بين قيمتي الابتعاد الاستريوسكوبي لأي نقطتين يسمى فرق الابتعاد الاستريوسكوبي ويدل على وجود فرق في المنسوب بين النقطتين . ويمكن حساب فرق الابتعاد الاستريوسكوبي من العلاقة التالية:

$$\Delta P_{ij} = P_i - P_j$$

حيث :

$\Delta P_{ij}$: فرق الابتعاد الاستريوسكوبي بين النقطتين i و j .

$P_i$ : الابتعاد الاستريوسكوبي لنقطة i .

$P_j$ : الابتعاد الاستريوسكوبي لنقطة j .

ملحوظة : الابتعاد الصادي يتناسب طرديا مع منسوب النقطة.

مثال(5 -1) :

قيس الابتعاد الاستريوسكوبي لنقطة A فكان 59.23 ملم ، وقيس الابتعاد الاستريوسكوبي لنقطة B فكان 54.24 مم ، والمطلوب :

تحديد النقطة ذات المنسوب الأعلى ، وحساب قيمة فرق الابتعاد الاستريوسكوبي بين النقطتين؟

الحل:

منسوب النقطة A أكبر من منسوب النقطة B لأن الابتعاد الاستريوسكوبي لنقطة A أكبر من الابتعاد الاستريوسكوبي لنقطة B.

$$\Delta P_{AB} = P_A - P_B = 59.23 - 54.24 = 4.99 \text{ mm}$$

**طرق الحصول على الابتعاد الاستريوسكوبي**

يوجد عدة طرق يمكن بواسطتها الحصول على قيمة الابتعاد الاستريوسكوبي وهي :

**1) حساب الابتعاد الاستريوسكوبي لنقطة بمعرفة إحداثياتها على الصورة.**

في هذه الطريقة يتم قياس الإحداثي السيني لنفس الهدف على الصورتين بدقة عالية بشرط أن يكون نظام الإحداثيات على الصورة تبعا لخط الطيران ثم التعويض في العلاقة التالية:

$$Pi = X_{P\,i1} - X_{P\,i2}$$

حيث :

Pi : الابتعاد الاستريوسكوبي لنقطة i

$X_{P\,i1}$: الإحداثي السيني لنقطة i على الصورة اليسرى

$X_{P\,i2}$: الإحداثي السيني لنقطة i على الصورة اليمنى

مثال(5 -2):

عند قياس الإحداثي السيني للهدف A على الصورة الشمال وجد أنه يساوي (7.2-) ملم ، وعند قياسه على الصورة اليمنى وجد أنه يساوي (79.6-) ملم . احسب قيمة الابتعاد الاستريوسكوبي للهدف A.

الحل:

$$P_A = X_{P\ A1} - X_{P\ A2} = (-7.2)-(-79.6) = 72.4\ mm$$

**2) حساب قيمة الابتعاد الاستريوسكوبي لهدف بمعرفة منسوبه.**

يمكن حساب قيمة الابتعاد الاستريوسكوبي إذا كانت الصور رأسية تماما وارتفاع الطيران ثابتاً لأي هدف إذا علم منسوبه باستخدام العلاقة التالية :

$$P_i = ( F \times B) / ( H- h_i)$$

$P_i$ : الابتعاد المطلق لنقطة i

F : البعد البؤري

B : خط القاعدة الجوي

H : ارتفاع الطيران فوق سطح المقارنة

$h_i$ : منسوب النقطة i

مثال(5 -3):

إذا علمت أن ارتفاع الطيران عن سطح المقارنة كان 1700 م، وكان خط القاعدة الجوي 750 م ، وقيمة البعد البؤري لآلة التصوير 150 ملم ، ومنسوب الهدف A يساوي 220 م فوق سطح المقارنة. احسب قيمة الابتعاد المطلق للهدف A ؟

الحل:

$$P_A = ( F \times B) / ( H- h_A) = (150 \times 750) / (1700 - 220) = 76.01\ mm$$

**3) حساب الابتعاد المطلق لنقطة بمعرفة الابتعاد الاستريوسكوبي للنقطة وفرق الابتعاد بين النقطتين.**

يمكن حساب الابتعاد الاستريوسكوبي لنقطة بمعرفة الابتعاد الاستريوسكوبي لنقطة أخرى وفرق الابتعاد بين النقطتين من العلاقة التالية :

$$P_i = P_J + \Delta P_{iJ}$$

$\Delta P_{iJ}$ : فرق الابتعاد الاستريوسكوبي بين النقطتين i و J .

$P_J$ : الابتعاد الاستريوسكوبي لنقطة i .

$P_J$ : الابتعاد الاستريوسكوبي لنقطة J .

مثال(5 -4) :

إذا علمت أن الابتعاد الاستريوسكوبي للهدف A (72.35) ملم ، وفرق الابتعاد بين النقطة B والنقطة A يساوي (3.55-) ملم . احسب قيمة الابتعاد الاستريوسكوبي للهدف B ؟

الحل:

$$P_B = P_{A} + \Delta P_{BA} = 72.35 + ( -3.35 ) = 68.8 \text{ mm}$$

4) باستخدام ذراع البارلاكس ( الاستريومتر ).

ذراع البارلاكس شكل (5 -6) ، عبارة عن أداة نستطيع من خلالها الحصول على فرق الابتعاد بين نقطتين ، ونستطيع حساب قيمة الابتعاد الاستريوسكوبي لإحدى النقطتين بمعرفة الابتعاد الاستريوسكوبي للنقطة الأخرى. بهذه الطريقة وبوجود نقطة معلومة الابتعاد الاستريوسكوبي يمكن حساب الابتعاد الاستريوسكوبي لأي نقطة على الصورة ، أي أن العملية تماثل بشكل كبير فكرة الميزانية الأرضية.

**فكرة عمل الجهاز**

يعمل هذا الجهاز بمبدأ العلامة الطافية ، وهو عبارة عن قضيب مثبت على طرفيه زجاجتان مرسوم عليهما ثلاث علامات ، ومصمم هذا القضيب بحيث إن الزجاجة اليمنى تتحرك في الاتجاهين عن طريق ميكرومتر يقيس مقدار هذه الحركة بدقة (0.01) ملم ، مع ملاحظة أنه كلما قلت المسافة بين الزجاجتين تزيد قراءة التدريج ، وعند وضع هذا الجهاز تحت جهاز الاستريوسكوب بحيث نختار إحدى العلامات الثلاث لكلا الزجاجتين ويكون الخط الواصل بين هاتين العلامتين موازيا لمحور جهاز الاستريوسكوب فإن هاتين العلامتين تندمجان في علامة واحدة تسمى العلامة الطائفة وتتحرك رأسيا لأعلى كلما قلت المسافة بين الزجاجتين ولأسفل كلما زادت المسافة بين الزجاجتين.

**استخدام هذه الفكرة في قياس فرق الابتعاد الاستريوسكوبي بين نقطتين**

في الشكل (5 -9)، عندما نضبط هذه العلامة المندمجة على نقطة معينة ولتكن (i) في الوضع المجسم بحيث نراها واقعة على النقطة التخيلية في الوضع المجسم ، فهذا يعني أن علامة الزجاجة اليسرى واقعة على صورة هذه النقطة في الصورة اليسرى وعلامة الزجاجة اليمنى واقعة على صورة هذه النقطة في الصورة اليمنى وعندها يتم تسجيل قراءة الاستريومتر لهذه النقطة ($M_i$) وتسجيل القراءة لنقطة أخرى ولتكن (J) ، يجب أن تكون علامة الزجاجة اليسرى على صورة هذه النقطة في الصورة اليسرى وعلامة

الزجاجة اليمنى منطبقة على صورة هذه النقطة في الصورة اليمنى ، وبذلك تكون العلامة الطافية منطبقة مع النقطة التخيلية في الوضع المجسم أي على نفس ارتفاعها ، ويتم تسجيل قراءة الاستريومتر لهذه النقطة ($M_J$) ، مع ملاحظة أنه إذا كان منسوب النقطتين مختلفاً فإنه يجب تغيير المسافة بين الزجاجتين بتحريك الميكرومتر حتى تنطبق النقطة العائمة عند النقطة الثانية مما يؤدي إلى تغير قراءة الاستريومتر ومقدار التغير في قراءة الاستريومتر يساوي الفرق في الابتعاد الاستريوسكوبي بين النقطتين ويحسب من العلاقة التالية:

$$\Delta P_{iJ} = M_i - M_J$$

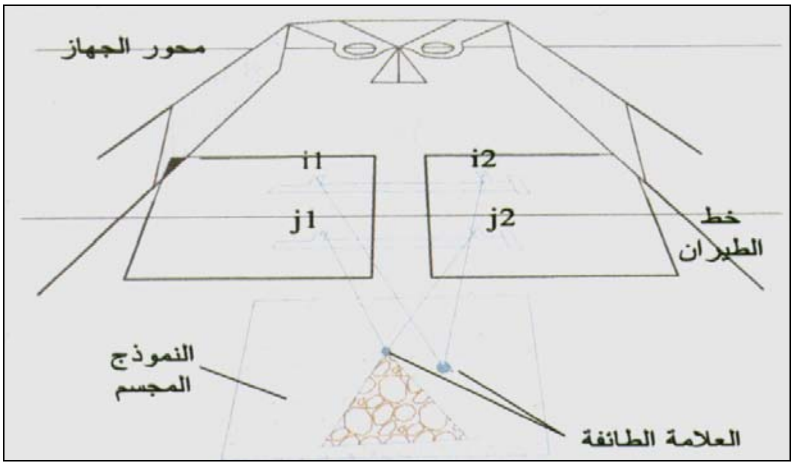
ويمكن حساب الابتعاد الاستريوسكوبي للنقطة i كما سبق في العلاقة بمعرفة الابتعاد الاستريوسكوبي للنقطة J .

$$P_i = P_J - \Delta P_{jJ}$$

$\Delta P_{jJ}$ : فرق الابتعاد الاستريوسكوبي بين النقطتين i و J .

$P_i$ : قراءة الاستريومترلنقطة i .

$P_J$ : قراءة الاستريومتر لنقطة J .




شكل(5 -9): مبدأ العلامة الطائفة

مثال(5 -5):

احسب قيمة الابتعاد الاستريوسكوبي للهدف A إذا علمت أن الابتعاد الاستريوسكوبي للهدف B كان 72.1 ملم ، وسجلت قراءة الاستريومتر عند الهدف A فكانت (8.75) ملم ، وقراءة الاستريومتر عند الهدف B كانت (12.3) ملم.

الحل:

$$\Delta P_{AB} = M_A - M_B = 8.75 - 12.3 = -3.55 \text{ mm}$$
$$P_A = P_B - \Delta P_{AB} = 72.1 + (-3.55) = 68.55 \text{ mm}$$

### تطبيقات على الابتعاد الاستريوسكوبي

يمكن بواسطة الابتعاد الاستريوسكوبي الحصول على المعلومات التالية:

1) حساب الإحداثيات الأفقية الأرضية (x , y) بالنسبة لنقطة النظير.

بالتطبيق في المعادلات التالية يمكن الحصول على الإحداثي السيني والإحداثي الصادي لأي هدف في منطقة التداخل علما أن الإحداثيات المحسوبة تكون منسوبة لنظام إحداثيات أرضي نقطة الأصل له تمثل نقطة النظير الأرضية للصورة اليسرى ومحاوره تكون في نفس المستوى الرأسي لمحاور الصورة اليسرى لحظة التقاط الصورة.

$$X_{Gi} = (X_{Pi}) \times (B / P_i) \qquad Y_{Gi} = (Y_{Pi}) \times (B / P_i)$$

حيث :

$(X_{Gi}$ و $Y_{Gi})$ : الإحداثيات الأرضية لنقطة i

$(X_{pi}$ و $Y_{pi})$ : الإحداثيات على الصورة اليسرى لنقطة i

B : خط القاعدة الجوي

$P_i$ : الابتعاد الاستريوسكوبي للنقطة i

مثال(5 -6):

احسب إحداثيات النقطة A على الأرض بالنسبة لنقطة النظير الأرضية للصورة اليسرى إذا كانت الإحداثيات لهذه النقطة على الصورة اليسرى هي (72.4 ملم ، 38.1 ملم) ، وكان الابتعاد الاستريوسكوبي للنقطة A هو 48.5 ملم وقاعدة التصوير الجوي كانت 600 ملم.

الحل:

$$X_{GA} = (X_{PA}) \times (B / P_A) = 72.4 \times (600 / 48.5) = 895.67 \text{ m}$$
$$Y_{GA} = (Y_{PA}) \times (B / P_A) = 38.1 \times (600 / 48.5) = 471.34 \text{ m}$$

2) حساب المناسيب للأهداف بالنسبة لسطح المقارنة

يمكن حساب ارتفاع أي هدف عن سطح المقارنة باستخدام الابتعاد الاستريوسكوبي من العلاقة التالية:

$$h_i = H - ((B \times F)/P_i)$$

$h_i$ : منسوب النقطة i

H : ارتفاع الطيران فوق مستوى المقارنة

B : خط القاعدة الجوي

$P_I$ : الابتعاد الاستريوسكوبي لنقطة i

F : البعد البؤري

مثال (5 -7):

اخذت صورتان جويتان من ارتفاع طيران 1233 م عن سطح المقارنة بآلة تصوير بعدها البؤري 152.4ملم وكان طول قاعدة التصوير الجوي 390 م . احسب منسوب النقطة A علما أن الابتعاد الاستريوسكوبي لهذه النقطة 91.67 ملم.

الحل:

$$h_A = H - ((B \times F) / P_A) = 1233 - ((390 \times 152.4) / 91.67) = 584.63 \text{ m}$$

3) حساب فرق الارتفاع بين هدفين بدلالة فرق الابتعاد الاستريوسكوبي.

حيث إن فرق الابتعاد ينتج من اختلاف مناسيب الأهداف والمعالم على سطح الأرض فيمكن الاستفادة من قياسات فرق الابتعاد في حساب ارتفاع الأهداف والمعالم مثل إيجاد ارتفاع برج

$$\Delta h = (Z \times \Delta P) / B_m$$

حيث :

$\Delta h$ : فرق الارتفاع بين النقطتين

Z : ارتفاع خط الطيران فوق سطح الأرض

$B_m$ : متوسط خط القاعدة الجوي بمقياس الصورة

$\Delta P$ : فرق الابتعاد بين القمة والقاعدة

مثال(5 -8):

قيس فرق الابتعاد بين قمة برج وقاعدته فكان 2 ملم ، وكان متوسط طول خط القاعدة الجوي بمقياس الصورة 100 ملم ، وكان ارتفاع خط الطيران فوق المنسوب المتوسط 3600 م ، احسب ارتفاع البرج ؟

الحل :

$$\Delta h = (Z \times \Delta P) / B_m = (3600 \times 2) / 100 = 72 \text{ m}$$

4) حساب منسوب نقطة مجهولة بمعرفة منسوب نقطة أخرى وفرق الابتعاد بينهما .

في هذه الحالة سوف تستخدم نفس العلاقة مع إضافة رموز النقاط لضمان عدم عكس الحسابات الجبرية عند حساب المناسيب.

$$h_i = h_j + \Delta h_{iJ} \text{ ،} \quad \Delta h_{iJ} = (Z \times \Delta P_{iJ}) / B_m$$

حيث :

$\Delta h_{ij}$ : فرق المنسوب بين النقطتين

$Z$ : ارتفاع خط الطيران فوق سطح الأرض

$B_m$ : متوسط خط القاعدة الجوي بمقياس الصورة

$\Delta P_{iJ}$ : فرق الابتعاد بين النقطة i والنقطة j

$h_i$ : منسوب النقطة i

$h_J$ : منسوب النقطة J

مثال(5 -9):

قيس فرق الابتعاد بين النقطة A والنقطة B فكان 0.5 ملم وكان متوسط طول خط القاعدة الجوي بمقياس الصورة 40 ملم ، وكان ارتفاع خط الطيران فوق المنسوب المتوسط 5000 م ، احسب منسوب النقطة A إذا علمت أن منسوب النقطة B يساوي 280 م ؟

الحل:

$$\Delta h_{AB} = (Z \times \Delta P_{AB}) / B_m = (5000 \times 0.5) / 40 = 62.5 \text{ m}$$
$$h_A = h_B + \Delta h_{AB} = 280 + 62.5 = 342.5 \text{ m}$$

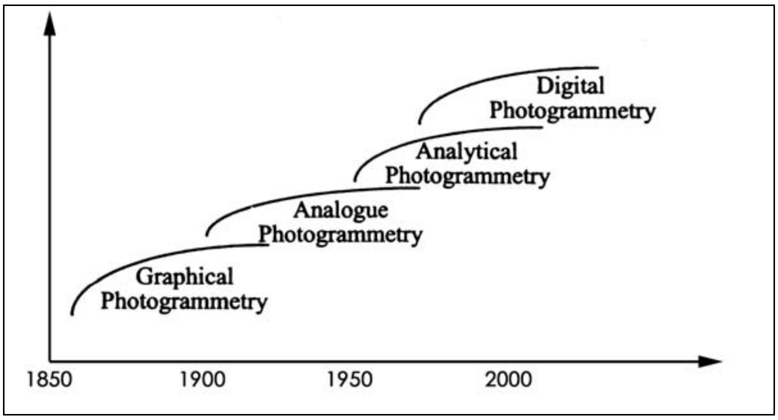
## 4-5 أجهزة المساحة التصويرية الميكانيكية Analog instruments :

إن المساحة التصويرية الجوية قد شهدت تقدما ملحوظا في شتى مجالاتها سواء التقنية منها أو النظرية وقد كان الحظ الأكبر للتطورات التقنية فهي التي شهدت ازدهارا كبيرا كما ونوعا ساعد فيها التقدم العلمي المتواصل في مجالاته المتعددة وخصوصا الحاسب الآلي والذي لا يكاد المرء أن يكيف نفسه مع التطور الهائل والمتلاحق لتقنياته.

لقد مرت المساحة التصويرية بمراحل يمكن أن نلخصها من حيث تطور الأجهزة إلى الأنواع الرئيسة التالية:

- أجهزة ميكانيكية Analog instruments.
- أجهزة تحليلية Analytical instruments.

- أجهزة رقمية Digital instruments.




شكل(5 -8) : مراحل تطور المساحة التصويرية

في الأجهزة الميكانيكية يتم التعامل مع الصور بواسطة أدوات يتم تحريكها يدويا مثل جهاز PG-2 وكذلك جهاز B-8 من شركة Wild .

وفي هذا النوع من الأجهزة يتم تمثيل الأشعة الضوئية بواسطة قضبان معدنية تسمى بالعصى الفراغية، ويمكن رؤية المنظر المجسم بطريقة توازي محاور المنظر باستخدام مجموعة من المرايا والعدسات والمواشير.

ويمكن تطوير أجهزة الرسم التجسيمي الميكانيكية بإضافة عدادات تقيس الحركة بالاتجاه السيني والصادي بالإضافة إلى عداد الارتفاع وبواسطة وحدة تحكم يمكن التعامل مع قراءات العدادات عن طريق الحاسب الآلي واستخدامها للحسابات أو الرسم.

وهنالك أجهزة تماثلية ذات نظام إسقاط ضوئي ميكانيكي وفكرة هذا النوع من الأجهزة تتلخص في نقل الأشعة من الصورة ضوئيا باستخدام عدسة إسقاط وعدسات مساعدة لتوضيح الصورة إلى مرآة تسمى الدلالة حيث تكون هذه الأجزاء مثبته بوصلات ميكانيكية ، ويتصل بمرآة الدلالة مجموعة متتالية من البصريات حتى تصل الأشعة لعدسات عينية يمكن من خلالها الرؤية.

الجدير بالذكر أنه يوجد نوع ثالث من أجهزة الرسم التماثلية ذات نظام إسقاط ضوئي مباشر مثل أجهزة الكيلش وجهاز الملتيبلكس وتمكن المشغل من الرؤية المجسمة باستخدام ايا من طرق الإبصار المجسم بتلاقي محاور العين .

## 5-5 الأجهزة التحليلية Analytical instruments:

وهي عبارة عن أجهزة ميكانيكية متطورة بحيث وضع معها حاسب آلي يمكن المستخدم من التعامل مع الجهاز بشكل آلي فمثلا في جهاز AC1 يمكننا الحاسب الآلي الموجود في هذا الجهاز من التحرك على النقاط في الصورة الورقية بشكل أتوماتيكي فيسهل بذلك التحديد السريع للنقاط المختلفة على الصورة وخصوصا نقاط الاسناد – Fiducial Marks – وكذلك تسجيل النتائج وتخزينها وإمكانية الرجوع لها في أي وقت ، كما انه في هذا النوع يتم توظيف برامج متخصصة لقياس الإحداثيات من الصور ثم حساب عناصر التوجيه رياضيا ومن ثم القيام بعملية التوجيه ذاتيا وتكوين النموذج المجسم ، كما أنه يمكننا من رسم الخرائط المساحية سواء كانت تفصيلية أو طبوغرافية انظر الشكل (5 -8 ) ، ومن الأمثلة الأخرى للأجهزة التحليلية جهاز زايس C100 وجهاز وايلد BC3 وجهاز كيرن DSR11 وجهاز بلانيكوم C140 .



شكل (5 -8 ) : جهاز AC1 التحليلي

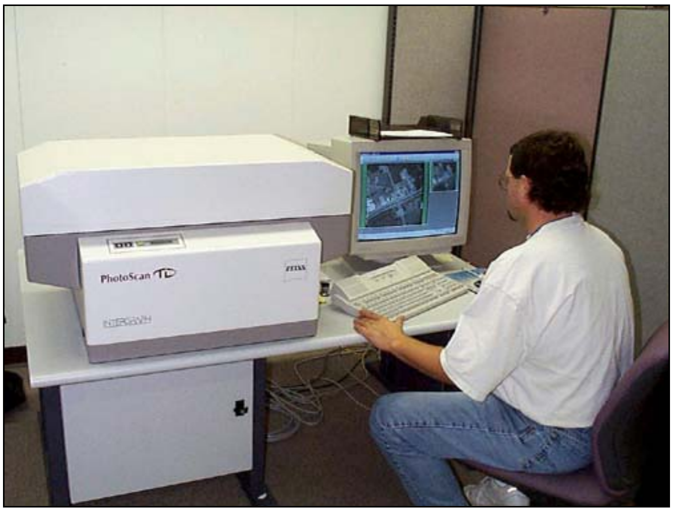
## 6-5 الأجهزة الرقمية Digital instruments

وهذا النوع من الأجهزة هو النواة الحقيقية للتطورات المذهلة والمتلاحقة ، ويمكن تعريف المساحة الجوية الرقمية بأنها :

المساحة التصويرية الرقمية = المساحة التصويرية + عمليات الصور الرقمية

Digital Photogrammetry = Photogrammetry + Digital image processing

في هذه الأجهزة الصور المستخدمة والتي يتم عرضها في النموذج المجسم أصبحت رقمية ، وتتم الرؤية المجسمة عن طريق استخدام نظارات خاصة تمكن المستخدم بمساعدة فلتر خاص يتم تركيبه على الشاشة من مشاهدة النموذج بشكل مجسم، ويقوم الحاسب الآلي بتكوين النموذج المجسم ، كما تتم جميع عمليات إنتاج الخرائط بطرق رقمية انظر الشكل ( 5 -9 ).




الشكل ( 5 -9 ) : جهاز مسح جوي رقمي .

وستتعرف على هذه الأجهزة في المادة الخاصة بدراسة المسح الجوي الرقمي التي ستدرسها لاحقا إن شاء الله .

# تمارين على الوحدة الخامسة

- اذكر العوامل التي تمكن الإنسان من تقدير قرب الأشياء وبعدها عن بعضها البعض وعنه بعين واحدة ؟

- لكي نستطيع أن نرى منطقة مشتركة بين صورتين جويتين بشكل مجسم واضح ومريح للعين ، يجب أن تنطبق على الصورتين شروط ، اذكرها؟

-أكمل ما يلي : لكي تستطيع كل عين رؤية الصورة الخاصة بها يمكن اتباع الطرق الرئيسة التالية:

..........................................................................................................................................

- مم يتكون الاستريوسكوب ذو المرايا ؟ وارسم شكلا يوضح طريقة عمله؟

-ما هي عيوب الاستريوسكوب الجيبي؟

- لقد مرت المساحة التصويرية بمراحل من حيث تطور الأجهزة فما هي هذه الأنواع؟

- قيس فرق الابتعاد بين النقطة A والنقطة B فكان 0.55ملم وكان متوسط طول خط القاعدة الجوي بمقياس الصورة 55 ملم ، وكان ارتفاع خط الطيران فوق المنسوب المتوسط 5000 م ، احسب منسوب النقطة A إذا علمت أن منسوب النقطة B يساوي 300 م ؟

المملكـــة العربيـــة الســـعودية
المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
**الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج**

# المساحة التصويرية - 1

## ضبط الصور الجوية

ضبط الصور الجوية

6



# الوحدة السادسة : ضبط الصور الجوية

**الجدارة:**

أن يتعرف المتدرب على كيفية ضبط الصور الجوية.

**الأهداف:**

بنهاية هذه الوحدة تكون بإذن الله قد :

- تعرفت على عمليات ضبط الصور الجوية.
- تعرفت على نقاط الضبط الطبيعية والاصطناعية وكيفية وضعها على الطبيعة.
- تمكنت من ضبط الصور الجوية.

**متطلبات الجدارة:**

أن يكون المتدرب قد أتم تدريبه في ما يتعلق بالصور الجوية وكميرات التصوير وأجهزة المساحة التصويرية.

**مستوى الأداء المطلوب:**

أن يصل المتدرب إلى نسبة 70 ٪ في معرفته لعمليات ضبط الصور الجوية.

**الوقت المتوقع للتدريب:**

12 ساعة

## 1-6 نقاط الضبط الأرضي المستخدمة في أعمال المسح الجوي

إنه لا يتم الاعتماد على العمل المساحي أو قبوله إلا إذا كان هذا العمل صحيحا مطابقا للحقيقة ويكون العمل المساحي مطابقا للحقيقة بعد ضبط الأرصاد وتصحيحها.
بالنسبة لأعمال المساحة التصويرية الجوية نحتاج إلى حلقة وصل لربط النموذج المجسم بالواقع حتى نتمكن من ضبط النموذج المجسم وتصحيحه ليكون مطابقا للحقيقة وبهذا يمكن الاعتماد على النتائج الخارجة منه . وحلقة الوصل هذه هي ما يسمى نقاط الضبط الأرضي لعمليات المسح الجوي.

**تعريف نقاط الضبط الأرضي للمسح الجوي**

هي النقاط الموجودة على سطح الأرض ومعلوم إحداثياتها الأفقية (x , y) أو الرأسية (z) أو هما معا ، ويمكن التعرف عليها من على الصور الجوية وفي النموذج المجسم.

**أهمية نقاط الضبط**

نقاط الضبط الأرضي مهمة جدا لأعمال المسح الجوي لأنها تستخدم في ضبط وتوجيه الصور والنموذج المجسم ليصبح مطابقا للحقيقة ومن ثم تنطبق كل الأهداف والمعالم الموجودة في النموذج المجسم ليصبح مطابقا للحقيقة ومن ثم تنطبق كل الأهداف والمعالم الموجودة في النموذج المجسم على مثيلاتها الموجودة على الأرض وبهذا نضمن تطابق المعلومات والبيانات والخرائط الناتجة من النموذج المجسم مع الحقيقة وصحتها.

**أنواع نقاط الضبط الأرضي:**

بناءا على الإحداثيات المعلومة لنقط الضبط الأرضي المستخدمة للمسح الجوي تم تصنيف هذه النقاط إلى الأنواع التاية :

1) نقاط ضبط أفقية (مستوية)

هي نقاط معلومة الإحداثيات الأفقية (x , y) بالنسبة لنقطة الأصل.

2) نقاط ضبط رأسية

هي نقاط معلوم منسوبها (z) فقط ، وذلك بالنسبة لسطح المقارنة ، وغالبا ما يكون سطح البحر.

3) نقاط ضبط كلي

هي نقاط معلومة الإحداثيات الأفقية (x , y) وكذلك المنسوب (z) .

يمكن الحصول على نقاط الضبط الأرضي بالوسائل التالية:

1 - شبكات المثلثات والمضلعات .
2 - الرصد باستخدام جهاز الـ GPS .
3 - القياس من الخرائط السابقة.
4 - تكثيف النقاط عن طريق التثليث الجوي.

**شروط اختيار نقاط الضبط الأرضي المستخدمة في أعمال المسح الجوي**

1 - أن تقع في الأماكن المعيارية من النموذج.
2 - أن تكون واضحة ومميزة ويسهل التعرف عليها في الصور.

**أمثلة على نقاط الضبط الأرضي الأفقية**

تقاطع الممرات والطرق، أركان المباني.، أغطية الصرف الصحي، المعالم الطبيعية المنفردة مثل الصخور أو الشجيرات المميزة......الخ .

**أمثلة على نقاط الضبط الأرضي الرأسية**

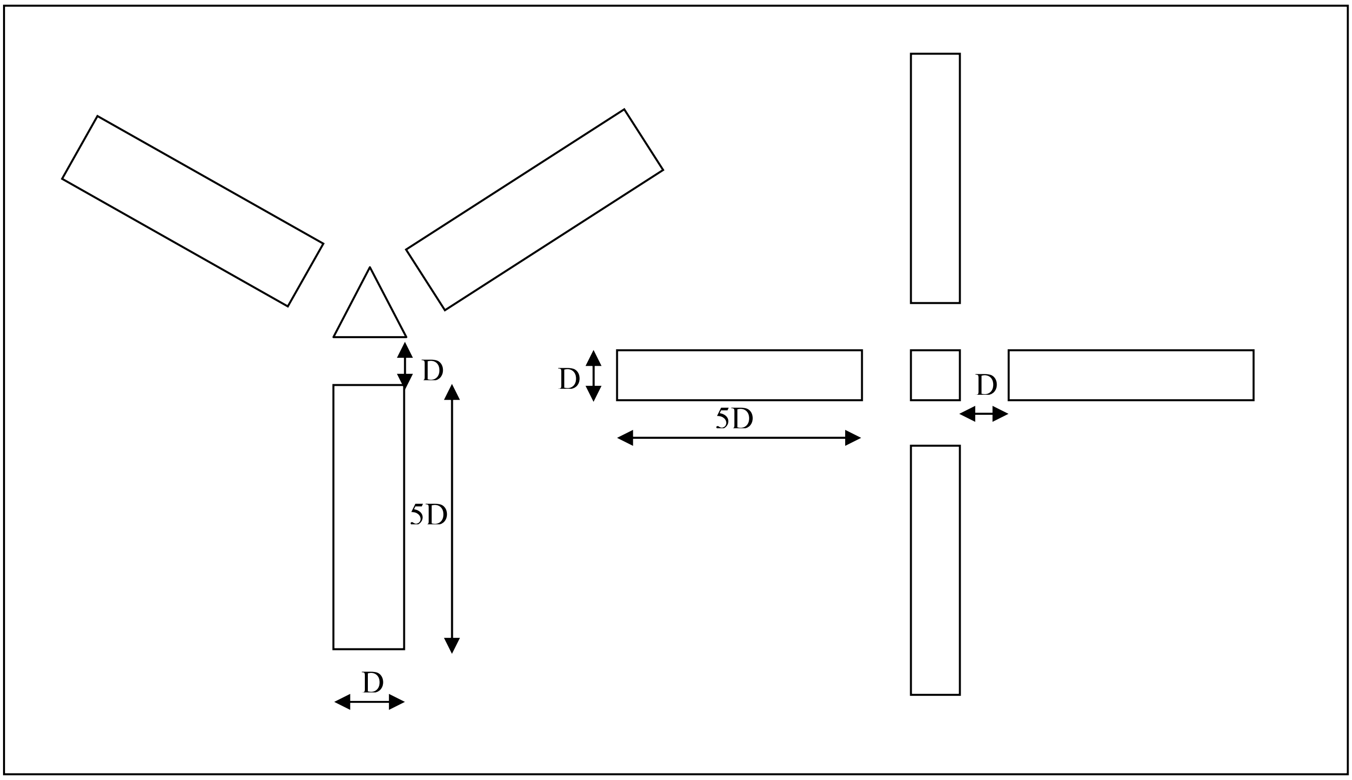
تقاطع الممرات والطرق ، أسطح المباني، بقع الحشائش الخضراء، ......الخ .

## 2-6 نقاط الضبط الأرضي الاصطناعية

في الكثير من الحالات نلجأ إلى استخدام علامات اصطناعية وذلك في المناطق التي لا يوجد بها معالم يمكن استخدامها كنقاط ضبط ، مثل المناطق الصحراوية وكذلك مناطق الغابات الكثيفة ، ويوجد العديد من الأشكال الهندسية للعلامات الاصطناعية ولكن من أشهر أشكال هذه العلامات ما يلي:

1 - علامات اصطناعية على شكل ( + )
2 - علامات اصطناعية على شكل ( Y )
3 - علامات اصطناعية على شكل (T )

وللتعرف على نقاط الضبط الاصطناعية انظر الشكل ( 6 -1 ) .




شكل ( 6 -1) : شكلان مختلفان للعلامات الاصطناعية ( Y , + ) .

**تصميم العلامات الاصطناعية**

إن العلامة الاصطناعية مهما كان شكلها فهي تتكون من جزأين أساسيين هما :

أ) جزء مركزي ( مركز العلامة ) ، وهو إما مربع أو مثلث متساوي الأضلاع والأطوال (d).

ب) الدليل ( دليل العلامة ) وفائدته أنه يسهل على المشغل التعرف على مركز العلامة في الصور الجوية أو في النموذج المجسم وهو يساوي خمسة أضعاف طول ضلع الجزء المركزي ( 5 × D).

ويعتمد تصميم هذه العلامات على مقياس الصور ، وارتفاع الطيران.

ويمكن حساب قيمة طول ضلع الجزء المركزي على الأرض (D) من القانون التالي:

$$D = d \times (1/(S_p \times 1000))$$

حيث:

D : طول ضلع الجزء المركزي للعلامة على الأرض بالمتر

d : طول ضلع الجزء المركزي للعلامة على الصورة بالمليمتر

$S_p$ : مقياس الصورة.

مثال(6 -1):

يراد تصميم علامة ضبط اصطناعية لمشروع مسح جوي على أن يكون طول ضلع الجزء المركزي على الصورة الجوية (0.04 ملم) ، فإذا كان مقياس رسم الصور (1:12000) احسب : أبعاد هذه العلامة لكي توضع على الطبيعة في هذا المشروع ؟

الحل:

$$D = d \times (1 / (S_p \times 1000)) = 0.04 \times (1 / ((1/12000)\times 1000))$$
$$= 0.04 \times (12000/1000) = 0.48 \text{ m}$$

إذا طول ضلع الجزء المركزي يساوي (0.48) متر

طول ضلع دليل العلامة يساوي ( $5 \times D = 5 \times 0.48 = 2.4$ m)

**مزايا العلامات الاصطناعية:**

بناء على أن العلامات الاصطناعية قدتم اختيارها وتصميمها من حيث الشكل والأبعاد واللون مع مايناسب طبيعة المنطقة التي سيتم تصويرها ومواصفات الصور الجوية الخاصة بالمشروع سنجد أن العلامات الاصطناعية تمتاز بما يلي:

1) تقلل من احتمالية الخطأ عند التعرف عليها وذلك نظرا لتميز شكلها الهندسي المعروف.
2) تقلل من وقت العمل على الجهاز نظرا لسرعة وسهولة التعرف عليها .

**عيوب العلامات الاصطناعية**

نظرا لعدم توفر نقاط الضبط الأرضي للمسح الجوي والاضطرار إلى تثبيت العلامات الاصطناعية كبديل لها قبل التصوير فإن هذه العلامات الاصطناعية سيكون لها عدة عيوب من أهمها:

1) تزيد من التكلفة الإجمالية للمشروع .
2) تزيد من وقت تنفيذ المشروع بسبب الوقت الذي يستغرقه إنشاؤها قبل التصوير الجوي.
3) احتمالية عدم ظهورها في الأماكن المعيارية .
4) احتمالية فقدها أو تحريكها من مكانها في الفترة ما بين وضعها على الطبيعة وبدء التصوير الجوي.

**عدد نقاط الضبط اللازمة في النموذج**

أ - ضبط أفقية النموذج : وفي هذه الخطوة يتم ضبط إحداثيات نقطة الضبط (x , y) للنموذج المجسم لتكون مطابقة لإحداثيات نفس النقطة على الأرض، ولتنفيذ هذه الخطوة نحتاج إلى نقطتين من نقاط الضبط الأرضي الأفقية وتضاف نقطة ثالثة للتحقق على أن تكون هذه النقاط أبعد ما يمكن عن بعضها البعض في النموذج المجسم قدر الإمكان.

ب - ضبط مناسيب النموذج المجسم " تسوية النموذج المجسم " : وفي هذه الخطوة يتم ضبط المنسوب (z) للنقاط في النموذج ليكون مطابقا للمنسوب الحقيقي على الأرض (Z) ، ولتنفيذ هذه الخطوة نحتاج إلى ثلاث نقاط من نقاط الضبط الأرضي المستخدمة في عملية المسح الجوي ، وتضاف نقطة رابعة للتحقق ، على أن تكون هذه النقاط موزعة في أركان النموذج قدر الإمكان.

وكلما توفر لدينا عدد أكبر من نقاط الضبط الأرضي المستخدمة في عملية المسح الجوي كلما كانت الدقة في ضبط النموذج عالية.

**ضبط الصور الجوية وتكوين النموذج المجسم**

لكي نتمكن من الحصول على النموذج المجسم الحقيقي الصحيح يجب علينا تنفيذ عدة مراحل معينة وكل مرحلة تتكون من عدة خطوات وكل هذه الأعمال تسمى عملية التوجيه.

**تعريف عملية التوجيه**

هي جميع الخطوات التي يجب تنفيذها على الصور ثم الجهاز ثم على النموذج المجسم لنحصل على النموذج المجسم الصحيح المطابق للحقيقة حتى يمكننا أن نعتمد على النتائج المستخرجة منه سواء كانت عددية أو خطية.

**مراحل تنفيذ عملية التوجيه**

يتم تنفيذ عملية التوجيه في ثلاث مراحل ولكل مرحلة من هذه المراحل الخطوات التي يتم تنفيذها بها ، وهذه المراحل مرتبة كما يلي :

أ – مرحلة التوجيه الداخلي: وهي الخطوات التي يتم تنفيذها على الصور بشكل فردي لوضعها في المكان المخصص لها بالجهاز بالطريقة الصحيحة.

ب – مرحلة التوجيه النسبي: وهي الخطوات التي يتم تنفيذها على الصورتين لتكوين النموذج المجسم على الجهاز.

ج – مرحلة التوجيه المطلق: وهي الخطوات التي يتم تنفيذها على النموذج المجسم الموجود بالجهاز ليكون هذا النموذج صحيح الأبعاد ومطابقا للطبيعة.

## 3-6 التوجيه الداخلي

يعتبر التوجيه الداخلي المرحلة الأولى من مراحل عملية التوجيه ، وهي عبارة عن الخطوات الواجب تنفيذها حتى نتمكن من تثبيت الصورتين في الجهاز بالمكان المخصص لهما على أن تكون وضعية هذه الصور

هي نفس وضعيتهما أثناء التقاطهما لحظة التصوير، وهذا يعني استعادة العلاقات الهندسية مثل وضع الأشعة الساقطة على الفلم والمحور الضوئي لعدسة الكاميرا.

**خطوات التوجيه الداخلي**

لكي تتم مرحلة التوجيه الداخلي يجب اتباع الخطوات التالية:

1 - تجهيز الصور الموجبة :

والمقصود هو الحصول على الصور الجوية المصححة والمعالجة من التشوه الذي يحدث أثناء الطباعة ، وكذلك التحقق من توفر الشروط اللازمة للعمل بها من ترقيم وأيضا نسبة التداخل ....الخ.

2 - تثبيت الصورتين في وحدتي العرض بالجهاز:

يوجد لكل صورة المكان المخصص لها في الجهاز ويجب تثبيتها بالطريقة الصحيحة بحيث تقع نقطة الأساس للصورة المستخدمة على المحور الضوئي لوحدة العرض وهذا يتحقق عندما تنطبق العلامات الموجودة على الصورة الجوية "علامات الإسناد" على العلامات المناظرة لها على اللوح الزجاجي الخاص بوحدة العرض التي سيتم تثبيت الصور عليها.

3 - ضبط القراءة على تدريج المسافة الأساسية:

في هذه الخطوة نجعل قيمة القراءة على مفتاح المسافة الأساسية ( البعد البؤري ) لوحدة العرض في الجهاز تتساوى مع المسافة الأساسية المصححة للصورة المثبته عليها ، علما بأن المسافة الأساسية المصححة ترفق غالبا ضمن البيانات إما بالكتابة على هامش الصورة أو ضمن البيانات المسجلة المرفقة مع الصورة.

## 4-6 مرحلة التوجيه النسبي

هي المرحلة الثانية من مراحل عملية التوجيه، وهي عبارة عن الخطوات الواجب تنفيذها لإعادة الوضع النسبي الصحيح بين الصورتين الجويتين في الجهاز كما في الطبيعة لحظة التصوير ، ولتحقيق هذا الوضع الصحيح يجب تحريك الصور في الجهاز.

وعند تحقق الوضع النسبي الصحيح بين الصورتين الجويتين في الجهاز سوف نحصل على الرؤية المجسمة لمنطقة التداخل بين الصورتين المستخدمتين، وإذا لم تتكون الرؤية المجسمة فهذا يعني أن الوضع النسبي بين الصورتين ما زال غير صحيح ، أي أنه غير مطابق للحظة التصوير وذلك يعني أيضا أن خطوات التوجيه النسبي لم تكتمل بعد ، وأن هناك ما يمنع تكونها ، وهو ما يسمى بالـ ( بارالاكس ) بمعنى أنه للحصول على الرؤية المجسمة يجب التغلب على إزالة البارالاكس كاملا من الجهاز ، وهذا يتم عند إزالة البارالاكس عند خمس نقاط معينة في منطقة النموذج (التداخل) بين الصورتين وهي ما تسمى بالنقاط المعيارية بالنموذج.

### البارالاكس

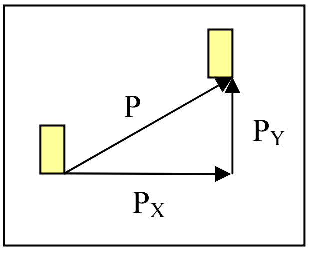
هو عبارة عن عدم الاندماج الاستريوسكوبي في الشكل أو المنظر الذي نراه من العدستين معا ، ويتمثل في وجود صورتين للمعلم الذي نراه ويرمزله بالرمز "P" وبوجوده لا يمكن الحصول على الرؤية المجسمة.

### مركبات البارلاكس

للبارلاكس مركبتان هي كالتالي:

أ) بارالاكس في الاتجاه السيني ويرمز له بالرمز "$P_X$" وهو في اتجاه خط الطيران وهذا النوع تتم إزالته بسهولة وذلك بتحريك عجلة الارتفاع لأعلى أو أسفل.

ب) بارالاكس في الاتجاه الصادي ويرمز له بالرمز "$P_Y$" وهو في اتجاه عمودي على خط الطيران ، وهذا النوع تتم إزالته بصعوبة وذلك بعد تنفيذ مرحلة التوجيه النسبي كاملة.




شكل(6 -2): البارالاكس ومركباته

## الحركات المتاحة لوحدة العرض في أجهزة الرسم التجسيمي

حتى نتمكن من تصحيح الوضع النسبي للصورتين في الجهاز فنحن نحتاج إلى إمكانية تحريك كل من الصورتين. وتوفرهذا لنا وحدة العرض بالجهاز من خلال إمكانيتها على التحرك في مجموعتين من الحركة وهما :

**أولا الحركات الانتقالية :**

وهي عبارة عن انتقال وحدة العرض من موضعها إلى موضع جديد ، ويوجد منها ثلاث حركات هي:

1) حركة انتقالية في اتجاه محور السينات وتسمى $b_x$.

2) حركة انتقالية في اتجاه محور الصادات وتسمى $b_y$.

3) حركة انتقالية في اتجاه محور الارتفاع وتسمى $b_z$.

ويسمى الجزء الصغير من هذه الحركة $db_x$، $db_y$، $db_z$ على الترتيب .

**مجموعة الحركات الدورانية**

وهي عبارة عن دوران وحدة العرض في موضعها حول أحد محاور الفراغ ولذلك يوجد منها ثلاث حركات هي:

1) حركة دورانية حول اتجاه محور السينات وتسمى اوميجا ورمزها $\varpi$ .

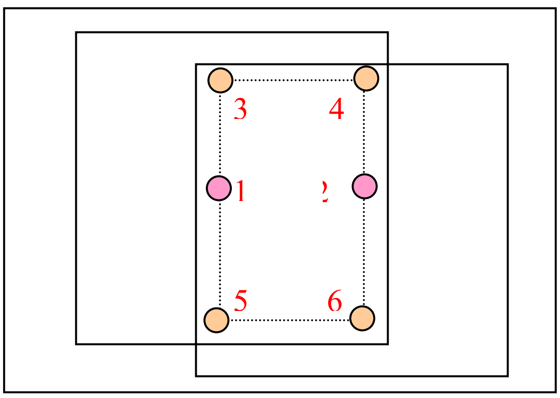
2) حركة دورانية حول اتجاه محور الصادات وتسمى فاي ورمزها $\phi$ .

3) حركة دورانية حول اتجاه محور الارتفاع وتسمى كابا ورمزها $K$

ويسمى الجزء الصغير من هذه الحركة $d\varpi$، $d\phi$، $dK$ على الترتيب .

**توزيع النقاط المعيارية الست على النموذج:**

الشكل (6 -2) يوضح مواقع النقاط المعيارية من المساحة التجسيمية حيث :




شكل ( 6 -2) : النقاط المعيارية موزعة على منطقة النموذج

النقطة رقم (1) هي نقطة الأساس للصورة اليسرى وهي تقع في منتصف المساحة التجسيمية من جهة اليسار.

النقطة رقم (2) هي نقطة الأساس للصورة اليمنى وهي تقع في منتصف المساحة التجسيمية من جهة اليمين.

والمسافة بين النقطتين(1) و (2) تساوي متوسط طول خط القاعدة الجوي للصورتين.

النقطة رقم (3) تقع في أعلى المساحة التجسيمية من جهة اليسار.

النقطة رقم (4) تقع في أعلى المساحة التجسيمية من جهة اليمين.

والمسافة بين النقطتين(3) و (4) تساوي تقريبا متوسط طول خط القاعدة الجوي للصورتين.

والمسافة بين النقطتين(1) و (3) تساوي تقريبا نصف المسافة بين خطي الطيران (w/2).

والمسافة بين النقطتين(2) و (4) تساوي تقريبا نصف المسافة بين خطي الطيران (w/2).

النقطة رقم (5) تقع في أسفل المساحة التجسيمية من جهة اليسار.

النقطة رقم (6) تقع في أسفل المساحة التجسيمية من جهة اليمين.

والمسافة بين النقطتين(5) و (6) تساوي تقريبا طول خط القاعدة الجوي للصورتين.

مباديء اختيار العناصر المستخدمة لتنفيذ مرحلة التوجيه النسبي

يراعى عند اختيار العناصر التي سوف تستخدم في تنفيذمرحلة التوجيه النسبي ما يلي:

1) اختيار العنصر الذي له أكبر تأثير على البارالاكس في الاتجاه الصادي عند النقطة المختارة.

2) اختيار العنصر الذي لا يكون سببا في إيجاد بارالاكس صادي جديد أو في زيادة الانفصام الصادي عند النقاط التي سبق إزالته عندها.

**طرق تنفيذ مرحلة التوجيه النسبي:**

يوجد العديد من الطرق التي يمكن تنفيذ مرحلة التوجيه النسبي بواسطتها ، ومنها ما يلي :

**الطريقة الأولى: باستخدام عناصر انتقالية ودورانية معا**

في هذه الطريقة يتم استخدام العناصر الانتقالية والدورانية لوحدة عرض واحدة فقط، وهنا يوجد حالتان إما استخدام عناصر وحدة العرض اليسرى فقط أو استخدام عناصر وحدة العرض اليمنى فقط وهذه العناصر يتم توزيعها على النقاط المعيارية كالآتي:

في حال استخدام عناصر وحدة العرض اليسرى فقط تكون خطوات التوجيه النسبي مرتبة كما يلي:

1 - إزالة الابتعاد الصادي عند النقطة رقم (1) باستخدام $b_{y1}$ .

2 - إزالة الابتعاد الصادي عند النقطة رقم (2) باستخدام $K_1$ .

3 - إزالة الابتعاد الصادي عند النقطة رقم (3) باستخدام $b_{z1}$ .

4 - إزالة الابتعاد الصادي عند النقطة رقم (4) باستخدام $\phi_1$ .

5 - إزالة الابتعاد الصادي عند النقطة رقم (5) باستخدام $\varpi_1$ .

6 - يضاف نصف قيمة الابتعاد الصادي في الجهة المعاكسة باستخدام $\varpi_1$ وهذه القيمة تسمى فوق التصحيح

7 - تكرر الخطوات السابقة حتى يزول الابتعاد الصادي عند النقطة رقم (5) .

8 - يتم التحقق من إزالة الابتعاد الصادي عند النقطة رقم (6) فإذا لم يوجد ابتعاد صادي عند هذه النقطة فهذا يعني أنه قد تمت إزالته بنجاح، وأنه تم تنفيذ التوجيه النسبي وإمكانية رؤية النموذج بشكل مجسم.

في حال استخدام عناصر وحدة العرض اليمنى فقط تكون خطوات التوجيه النسبي مرتبة كما يلي:

1 - إزالة الابتعاد الصادي عند النقطة رقم (2) باستخدام $b_{y2}$ .

2 - إزالة الابتعاد الصادي عند النقطة رقم (1) باستخدام $K_2$ .

3 - إزالة الابتعاد الصادي عند النقطة رقم (4) باستخدام $b_{z2}$ .

4 - إزالة الابتعاد الصادي عند النقطة رقم (3) باستخدام $\phi_2$ .

5 - إزالة الابتعاد الصادي عند النقطة رقم (6) باستخدام $\varpi_2$ .

6 - يضاف نصف قيمة الابتعاد الصادي في الجهة المعاكسة باستخدام $\varpi_1$ وهذه القيمة تسمى فوق التصحيح

7 - تكررالخطوات السابقة حتى يزول الابتعاد الصادي عند النقطة رقم (6) .

8 - يتم التحقق من ازالة الابتعاد الصادي عند النقطة رقم (5) فاذا لم يوجد ابتعاد صادي عند هذه النقطة فهذا يعني أنه قد تم ازالته بنجاح، وأنه تم تنفيذ التوجيه النسبي وامكانية رؤية النموذج بشكل مجسم.

**الطريقة الثانية : باستخدام عناصر دورانية فقط**

في هذه الطريقة يتم استخدام العناصر الدورانية فقط لوحدتي العرض معا.

1 - إزالة الابتعاد الصادي عند النقطة رقم (1) باستخدام $K_2$ .

2 - إزالة الابتعاد الصادي عند النقطة رقم (2) باستخدام $K_1$ .

3 - إزالة الابتعاد الصادي عند النقطة رقم (2) باستخدام $\phi_2$ .

4 - إزالة الابتعاد الصادي عند النقطة رقم (2) باستخدام $\phi_1$ .

5 - إزالة الابتعاد الصادي عند النقطة رقم (2) باستخدام $\varpi_2$ .

6 - يضاف نصف قيمة الابتعاد الصادي في الجهة المعاكسة باستخدام $\varpi_1$ أو$\varpi_2$ وهذه القيمة تسمى فوق التصحيح

7 - تكرر الخطوات السابقة حتى يزول الابتعاد الصادي عند النقطة رقم (5) .

8 - يتم التحقق من إزالة الابتعاد الصادي عند النقطة رقم (6) فاذا لم يوجد ابتعاد صادي عند هذه النقطة فهذا يعني أنه قد تمت إزالته بنجاح، وأنه تم تنفيذ التوجيه النسبي وإمكانية رؤية النموذج بشكل مجسم.

## 5-6 مرحلة التوجيه المطلق

بعد الانتهاء من تنفيذ كل من مرحلة التوجيه الداخلي ومرحلة التوجيه النسبي نحصل على النموذج المجسم لمنطقة التداخل بين الصورتين الجويتين المستخدمتين في الجهاز. أي أننا سنتمكن من رؤية الاهداف في الجهاز بابعادها الثلاثة (الطول والعرض والارتفاع ). ولكن هذه الابعاد الثلاثة لن تكون متطابقة تماما مع مثيلاتها في الطبيعة على الارض . وسوف نحصل على التطابق التام بين ما هو موجود بالجهاز وما هو في الطبيعة بعد تنفيذ مرحلة التوجيه المطلق بشكل كامل.

### تعريف مرحلة التوجيه المطلق

هي المرحلة الثالثة والأخيرة من مراحل عملية التوجيه وهي عبارة عن الخطوات اللازم تنفيذها حتى تنطبق أبعاد النموذج المجسم الثلاثة ( الطول و العرض و الارتفاع ) في الجهاز على الأبعاد الثلاثة المناظرة لها على الأرض وبذلك يمكن الاعتماد على البيانات المستنتجة من النموذج أنها صحيحة مطابقة للحقيقة.

**خطوات تنفيذ مرحلة التوجيه المطلق**

يتم تنفيذ مرحلة التوجيه المطلق في خطوتين اثنتين علما بأن كل خطوة يتم تنفيذها في عدة خطوات ولكل خطوة متطلبات وحسابات ومفاتيح خاصة بها في الجهاز وذلك حسب نوع الجهاز المستخدم ، وهاتين الخطوتين هما :

الخطوة الأولى: ضبط مقياس رسم النموذج المجسم

لكي يتم ضبط مقياس رسم النموذج فإننا نتبع الخطوات التالية :

1 - حساب متوسط طول خط القاعدة الجوي بين الصورتين المستخدمتين ثم حساب قيمة BX التقريبية أو استنتاج قيمتها من الجداول المرفقة مع الجهاز وأيٌّ من هاتين الطريقتين تكون حسب الجهاز المستخدم وذلك حسب نوع الجهاز والمعادلات الخاصة به وأيضا الجداول المرفقة معه ثم تثبيت هذه القيمة التقريبية على مفتاح BX الخاص بها الموجود بالجهاز.

2 - اختيار قيمة مقياس الرسم للخريطة وذلك باختيار القيمة المناسبة لذلك من الكاتالوج الخاص بالبانتوجراف الملحق بالجهاز وتثبيت أذرع البانتوجراف على الوضع الذي يحقق تلك القيمة وبنفس الشكل الموضح بالكاتالوج.

3 - يتم اختيار نقطتين أفقيتين ( من نقاط الضبط الأرضي لعمليات المسح الجوي الأفقية التي ستستخدم ) ومن ثم تحديد مكانتها على اللوحة التي سيتم الرسم عليها باستخدام مقياس رسم الخريطة المطلوب .

4 - توضع علامة القياس بالجهاز على إحدى النقطتين ونثبت اللوحة على البانتوجراف بحيث تكون النقطة المحددة على اللوحة تحت القلم تماما ، ولتكن هذه النقطة A مثلا.

5 - نتحرك بعجلة الارتفاع حتى نقف عند نقطة الضبط التالية ولتكن نقطة B .

6 - نحرك اللوحة المثبتة على الراسم بحيث تظل النقطة الأولى ثابتة في نفس مكانها (تدوير اللوحة) حتى تكون النقطة الثانية أقرب ما يمكن من مكانها بالجهاز أي أن الخط الواصل بين النقطتين الحقيقيتين ينطبق على نظيره في الجهاز ثم توقيع مكان النقطة الثانية.

7 - إذا كان المكان الخاص بالنقطة الثانية الموقعة من الجهاز للداخل أي أن الخط المرسوم بالجهاز أقل من الخط الموقع من قبل على اللوحة فهذا يعني أن مقياس رسم النموذج المجسم أصغر من المفروض ويجب تكبير قيمته ( والعكس صحيح ) ، ويتم ذلك بزيادة قيمة طول خط قاعدة النموذج بالجهاز ويكون بتحريك المفتاح الخاص بعنصر BX بزيادته ثم نقارن بين الطول الجديد للخط بالنموذج والطول الموقع سابقا على اللوحة ، علما بأنه إذا تم تغيير قيمة

BX فسوف يتغير موضع النقطة الأولى A ولهذا فإنه يجب علينا أن نبدأ في تنفيذ الخطوات من جديد باستخدام القيمة الجديدة لقاعدة التصوير التقريبية بالجهاز.

8 - تكرر الخطوات السابقة حتى تنطبق النقطتان على نظيرتيهما بالنموذج المجسم .

9 - يجب استخدام نقطة الضبط الأرضي الأفقية الثالثة للتحقق من صحة ضبط مقياس النموذج المجسم ، وذلك بالتحقق من أن موقعها على الخريطة يناظر موقعها في الجهاز تماما دون الحاجة إلى تغيير قيمة BX .

10 - الجدير بالذكر أن هذه العملية تكون أسهل وأسرع كلما كانت لدى المشغل للجهاز خبرة أكبر في تنفيذ هذه العملية.

**الخطوة الثانية : ضبط مناسيب النموذج المجسم**

بعد ضبط مقياس رسم النموذج ينبغي تسوية النموذج حتى يطابق الطبيعة من حيث المناسيب ويكون ذلك بإزالة الميل الطولي وكذلك الميل العرضي ، ونحتاج لتنفيذ هذه الخطوة إلى أربع نقاط ضبط رأسية ( ثلاث نقاط للضبط والرابعة للتحقق ) ، ويفضل أن تكون هذه النقاط موزعة في النموذج قدر الإمكان ، ويتم في هذه الخطوة ضبط المناسيب ( الارتفاع والانخفاض ) للنموذج المجسم وذلك بإزالة الميل العرضي ( في اتجاه الصادات ) للنموذج كاملا وذلك باستخدام مفتاح أوميجا المشتركة ς للصورتين معا أو البديل حسب الجهاز المستخدم ، كما تتم إزالة الميل الطولي في اتجاه السينات للنموذج كاملا باستخدام فاي المشتركة $\Phi$ للصورتين معا أو البديل حسب الجهاز المستخدم ، وبعد ذلك يجب التحقق من صحة تمام تنفيذ هذه الخطوة وذلك باستخدام النقطة الرابعة .

ولكي يتم ضبط المناسيب للنموذج المجسم يجب تنفيذ الخطوات التالية:

1 - اختيار عداد قياس المناسيب الذي يتناسب مع أكبر قيمة فرق مناسيب بين نقاط النموذج المجسم وتحديد مقدار دقة العداد ووحدة القياس التي ستستخدم ونوعها ( المتر أو القدم ) ثم تثبيته في المكان المخصص له.

2 - إزالة الميل العرضي بالنموذج المجسم وذلك باستخدام أوميجا المشتركة ς وعدة مفاتيح أخرى وذلك يعتمد على نوع الجهاز المستخدم ، ويتم ذلك باتباع الخطوات التالية:

- توضع علامة القياس بالجهاز على إحدى نقاط الضبط الأرضي المختارة لهذا الغرض ولتكن A .
- نحرك المفتاح الخاص بقراءة عداد الارتفاع حتى نجعل قراءة عداد الارتفاع يقرأ المنسوب الحقيقي للنقطة A .

- نحرك علامة الجهاز حتى تقف على نقطة الضبط التالية ولتكن C بشرط أن تكون في الاتجاه العرضي (الصادي).
- نأخذ قراءة المنسوب للنقطة C من على تدريج عداد القراءات للمناسيب بالجهاز ، فإذا كانت القيمة المأخوذة من العداد تساوي قيمة منسوب النقطة المعلوم لدينا سابقا فهذا يعني أنه لا يوجد ميل عرضي بالنموذج المجسم.
- إذا لم تتساو قيمة منسوب النقطة C المرصودة من الجهاز مع منسوبها الحقيقي فذلك يعني وجود ميل عرضي وتتم إزالته باستخدام اوميجا المشتركة ς حيث تتم إزالة نصف قيمة الخطأ ، أما النصف الآخر من الخطأ فيتم تصحيحه باستخدام مفتاح الحركة الرأسية بالعداد ،أو حسب الجهاز المستخدم .
- يتم تكرار الخطوات السابقة حتى نحصل على منسوب النقطة C .

3 - إزالة الميل الطولي بالنموذج المجسم وذلك باستخدام مفتاح فاي المشتركة Φ للصورتين ، أو حسب الجهاز المستخدم ، ويتم ذلك حسب الخطوات التالية:
- نضع علامة القياس ( النقطة العائمة ) على النقطة A ثم نقوم بضبط تدريج عداد الارتفاع مرة أخرى ليقوم بقراءة منسوب A الحقيقي.
- نحرك علامة القياس إلى نقطة أخرى على أن تكون هذه النقطة باتجاه المحور السيني ولتكن مثلا النقطة B .
- نأخذ قراءة المنسوب للنقطة B من على تدريج عداد قراءة المناسيب بالجهاز فإذا كانت القيمة المأخوذة من العداد تتساوى مع قيمة منسوب النقطة المعلوم لدينا سابقا فذلك يعني أنه لا يوجد ميل طولي بالنموذج المجسم.
- إذا كانت قيمة منسوب النقطة B المرصودة من الجهاز لا تتساوى مع القيمة المعلومة لدينا مسبقا فذلك يعني وجود ميل طولي وتتم إزالته باستخدام مفتاح فاي المشتركة Φ حيث تتم إزالة نصف قيمة الخطأ بواسطته أما النصف الآخر من الخطا فيتم تصحيحه باستخدام مفتاح الحركة الرأسية بالعداد ، أو يتم ذلك حسب الطريقة المناسبة للجهاز المستخدم.

- يتم تكرار الخطوات السابقة حتى نحصل على قيمة منسوب النقطة B على تدريج العداد دون الحاجة إلى تغيير القراءة وبذلك نكون قد أزلنا الميل الطولي تماما من النموذج المجسم بالجهاز.

4 - التحقق وتصحيح النموذج : وذلك باستخدام نقطة ضبط أرضي ( ارتفاع ) رابعة ولتكن مثلا D وذلك برصد قيمة منسوبها من على عداد الارتفاع بالجهاز ثم مقارنة القيمة المرصودة من العداد والقيمة الحقيقية المتوفرة لدينا ، فإذا تساوت القيمتان فيدل ذلك على أن النموذج خالٍ تماما من الميل الطولي والعرضي أيضا ، بمعنى أنه قد تمت تسوية النموذج . أما إذا اختلفت القيمة المرصودة والقيمة المعلومة بفرق صغير بحدود المسموح به فيتم تصحيحها بتوزيع هذا الفرق على النقاط الأربع المستخدمة في عملية الضبط بالتساوي بمعنى أنه يتم تصحيح الخطأ الموجود مناصفة بين مفتاحي أوميجا المشتركة ς ومفتاح فاي المشتركة Φ ، أو يتم تصحيح الخطأ حسب الطريقة المناسبة للجهاز. أما إذا كانت قيمة الخطأ كبيرة وغير مسموح بها فيجب إعادة عملية ضبط تسوية النموذج من جديد مرة أخرى ، حتى نحصل على قيمة منسوب النقطة D المرصود يساوي قيمة المعلوم تماما.

وبعد الانتهاء من العمليات السابقة الخاصة بالضبط يمكننا الآن عمل القياسات واستنتاج المعلومات ورسم الخرائط التفصيلية والطبوغرافية لمنطقة النموذج .

## تمارين على الوحدة السادسة

-اذكر تعريف نقاط الضبط الأرضي للمسح الجوي؟

- ما هي أهمية نقاط الضبط الأرضي للمسح الجوي؟ وما هي أنواعها؟

- يراد تصميم علامة ضبط اصطناعية لمشروع مسح جوي على أن يكون طول ضلع الجزء المركزي على الصورة الجوية (0.03 ملم) ، فإذا كان مقياس رسم الصور (1:10000) احسب : أبعاد هذه العلامة لكي توضع على الطبيعة في هذا المشروع ؟

-ما هو تعريف البارالاكس؟ وما هي مركباته؟

-ما هي خطوات التوجيه الداخلي؟

-ارسم شكلايوضح مواقع النقاط الست المعيارية من المساحة التجسيمية؟

المراجع

1 - المساحة الجوية والاستشعار عن بعد

د . يوصف صيام - الجامعة الأردنية – كلية الهندسة

2 - المساحة التصويرية

م . حاتم محمد عبد السلام – م. ياسر محمد رفعت – أ. عبدالله عبدالرحمن المهوس

3 -مشروع ( برنامج لتنفيذ التوجيه الداخلي للصور الجوية بطريقة رقمية ) لمؤلف هذه المادة:

المهندس. ناصر بن منزل العنزي (صفر 1419هـ) جامعة الملك سعود – كلية الهندسة.

4 - حقيبة المساحة التصويرية للصف الثاني في المعاهد الثانوية الفنية 1425.

5 - ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing - 1997 م - أعداد مختلفة.

6 - Elements of Photogrammetry للمؤلف Paul R. Wolf (McGraw-Hill) .

7 - الاستشعار عن بعد وتطبيقاته في الدراسات المكانية.

الدكتور . خالد محمد العنقري .

8 - عدد من المواقع ذات العلاقة على شبكة الانترنت.

# فهرس الموضوعات

تقدر المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني الدعم
المالي المقدم من شركة بي آيه إي سيستمز (العمليات) المحدودة
GOTEVOT appreciates the financial support provided by BAE SYSTEMS
BAE SYSTEMS